



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM  
BUFFEL PARA OVINOS EM CONFINAMENTO**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**

**AREIA – PB  
MARÇO – 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM  
BUFFEL PARA OVINOS EM CONFINAMENTO**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**

Zootecnista

**AREIA – PB  
MARÇO – 2018**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**

**SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E  
CAPIM BUFFEL PARA OVINOS EM CONFINAMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo (EMBRAPA) – Orientador principal

Prof. Dra. Juliana Silva de Oliveira (CCA/UFPB)

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (CCA/UFPB)

**AREIA – PB  
MARÇO – 2018**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586s Silva, Juscelino Kubitschek Bevenuto da.

Silagens de rações a base de palma forrageira e  
capim Buffel para ovinos em confinamento / Juscelino  
Kubitschek Bevenuto da Silva. - Areia, 2018.  
111 f.

Orientação: Gherman Garcia Leal de Araújo.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Volumosos, água, bioeconômico, cactáceas.  
I. Araújo, Gherman Garcia Leal de. II.  
Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

**TÍTULO:** "Silagens de rações a base de palma forrageira e capim-buffel para ovinos em confinamento"


**AUTOR:** Juscelino Kubitschek Bevenuto

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Edson Mauro Santos

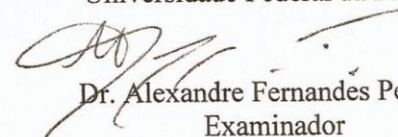
**JULGAMENTO**

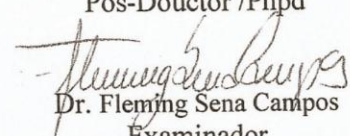
**CONCEITO:** APROVADO

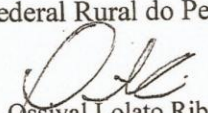
**EXAMINADORES:**

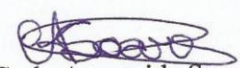
  
Prof. Dr. Edson Mauro Santos  
Presidente

Universidade Federal da Paraíba

  
Dr. Alexandre Fernandes Perazzo  
Examinador  
Pós-Doutor /Pnpd

  
Dr. Fleming Sena Campos  
Examinador  
Universidade Federal Rural do Pernambuco

  
Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro  
Examinador  
Universidade Federal Rural da Bahia

  
Profª. Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 27 de fevereiro de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JUSCELINO KUBITSCHKE BEVENUTO DA SILVA** - natural de Campina Grande - PB, filho de Josélia Cirino da Silva e Gilberto Bevenuto da Silva. Em 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, concluindo-o em 2010, cujo título do trabalho de conclusão de curso foi: Avaliação bromatológica e digestibilidade *in vitro* de subprodutos da indústria sucroalcooleira e engenhos sob a orientação da professora Juliana Silva de Oliveira. Durante a graduação, foi monitor da disciplina de Física Geral por 24 meses. Bolsista de iniciação científica (PIBIC/CNPq) por 12 meses, desenvolvendo pesquisa na área de nutrição de ruminantes. Recebeu o prêmio Jaime Coelho de Moraes e Diploma de Láurea Acadêmica conferidos pela UFPB. No ano seguinte iniciou o curso de mestrado em Produção Animal na mesma instituição de ensino, no qual foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), desenvolvendo sua pesquisa na área de nutrição animal, concluindo em 2013 com a defesa da dissertação intitulada em: Exigências líquidas de minerais para ganho em peso de ovinos Santa Inês e Morada Nova sob a orientação do professor Roberto Germano Costa. Em 2014 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia/UFPB, no qual foi bolsista (CAPES) na área de nutrição de ruminantes, submetendo-se à defesa em 19 de março de 2018.

*Senhor, eu não oro por milagres e visões, eu só peço por força para viver os meus dias. Ensina-me a arte dos pequenos passos. Faze-me inventivo, para que eu possa apreender as descobertas e experiências importantes dos diversos acontecimentos cotidianos. Ajuda-me a usar melhor meu tempo. Presenteia-me com o bom senso para ser apto a julgar se algo é de fato importante ou não. Eu oro pelo poder da disciplina e da moderação, não somente para gerenciar minha vida, mas também para viver meus dias de forma sensata, e observar prazeres e extremos inesperados. Livra-me da crença ingênua de que tudo na vida tem que correr tranquilamente. Conceda-me o reconhecimento sóbrio de que as dificuldades, falhas, fiascos, e retrocessos nos são dados pela vida para nos fazer crescer e amadurecer. Envia-me a pessoa certa no momento certo, a qual terá coragem e amor o suficiente para proferir a verdade! Eu sei que muitos problemas se resolvem sozinhos, então por favor me ensina a ter paciência. O senhor sabe o quanto nós precisamos de amizade. Faze-me merecedor desse mais agradável, mais difícil, mais arriscado e mais frágil presente da vida. Dá-me sensibilidade o suficiente para poder compartilhar com alguém um pouco de afeto, no lugar certo, na hora certa, com palavras ou silêncio. Poupa-me do medo de não aproveitar a vida. Não me conceda as coisas que eu desejo, mas as coisas que eu preciso.*

*Ensina-me a arte dos pequenos passos.*

*Antoine de Saint-Exupéry*

*Aos meus pais Josélia e Gilberto,*

*Em memória ao meu pai...*

*Minha sincera gratidão pelo amor, educação e força;*

*À minha irmã Cássia, pelo amor, amizade e companheirismo!*

*Dedico este trabalho!*



## AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da vida, força e luz.

Ao meu orientador Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo, pela orientação.

Ao meu amigo Pós Doutor Fleming Sena Campos pela amizade, orientação e colaboração.

A professora Dra. Juliana Silva de Oliveira e ao professor Dr. Edson Mauro por toda ajuda na síntese deste trabalho e amizade.

Ao professor Fernando Guilherme e Patrícia Emília Naves Givisiez pelo apoio no doutorado.

Aos membros da banca examinadora de qualificação e defesa: Dr. Gerovergue Rodrigues Medeiros, Dr. Ossival Ribeiro, Pós Doutores Fleming Sena Campos, Alexandre Perazzo e a professora Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva pelos ensinamentos.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela oportunidade de realização do doutorado.

À Embrapa Semiárido – PE, pela realização da parte experimental da pesquisa.

À Alex Mathias, Matheus Medrado e Alfredo pela amizade e ajuda.

Aos que me ajudaram na pesquisa Thaíse, Amélia, Tiago Silva, Tiago Amâncio, Glaicy, Tácia, Lipson, George, Wesley, Humberto, Carla, Júlia, Maria e todos os estagiários do Instituto Federal.

Aos funcionários da Embrapa Alcides, “João do quilo”, “João do Couro”, Alencar, José Barros.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À todos que colaboraram direta e indiretamente na construção deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	ix
Resumo Geral.....	x
Abstract.....	xii
Considerações Iniciais.....	14
<b>Capítulo I - Silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel para ovinos em confinamento.....</b>	<b>16</b>
Introdução.....	17
Referencial Teórico.....	19
Referências Bibliográficas.....	34
<b>Capítulo II - Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e hídrico de ovinos alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel.....</b>	<b>48</b>
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	59
Conclusão.....	70
Referências Bibliográficas.....	71
<b>Capítulo III - Desempenho bioeconômico e etologia de ovinos alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel.....</b>	<b>78</b>
Resumo.....	79
Abstract.....	80
Introdução.....	81
Material e Métodos.....	83
Resultados e Discussão.....	91
Conclusão.....	103
Referências.....	104

## LISTA DE TABELAS

	Página
 <b>Capítulo II – Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e hídrico de ovinos alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel</b>	
<b>Tabela 1.</b> Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais	54
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS)	54
<b>Tabela 3.</b> Consumo de matéria seca e nutrientes de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	60
<b>Tabela 4.</b> Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	63
<b>Tabela 5.</b> Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	65
<b>Tabela 6.</b> Balanço hídrico de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	68
 <b>Capítulo III - Desempenho bioeconômico e etologia de ovinos alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel</b>	
<b>Tabela 1.</b> Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais	84
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS)	85
<b>Tabela 3.</b> Performance produtiva de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	91
<b>Tabela 4.</b> Eficiência produtiva do consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	94
<b>Tabela 5.</b> Etologia de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	96
<b>Tabela 6.</b> Custos de produção e desempenho bioeconômico de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel	99
<b>Tabela 7.</b> Indicadores da análise econômica de cordeiros confinados alimentados com silagens de ração a base de palma forrageira e capim Buffel	101

## **SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL PARA OVINOS EM CONFINAMENTO**

### **RESUMO GERAL**

Objetivou-se avaliar o efeito das silagens de rações a base de palma forrageira sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço de nitrogênio e hídrico, além do desempenho bioeconômico e etologia de cordeiros em confinamento. Utilizou-se 40 cordeiros mestiços, não-castrados, com peso corporal inicial de  $18,85 \pm 1,2$  kg, distribuídos em cinco tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições. Os tratamentos consistiram em silagens de ração a base de palma forrageira, farelo de trigo, farelo de soja, farelo de milho, ureia e suplemento mineral. O consumo de nutrientes apresentou diferenças ( $P < 0,05$ ) e variou de 128,19 a 165,21 g de proteína bruta, 304,91 a 520,60 g de carboidratos não fibrosos, 866,96 a 1004,3 g de matéria orgânica, 11,11 a 30,56 g de extrato etéreo, 490,19 a 401,89 g de fibra em detergente neutro e 2.220 a 3.041 kcal de energia metabolizável. Para digestibilidade aparente dos nutrientes, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas para a digestibilidade de carboidratos não fibrosos variando de 75,82 a 85,35% e para fibra em detergente neutro de 52,18 a 57,97%. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) quanto ao balanço de nitrogênio, assim, o nitrogênio ingerido variou de 20,50 a 26,43 g/dia, o nitrogênio nas fezes de 2,50 a 3,38 g/dia, o nitrogênio na urina de 2,48 a 3,22 g/dia, o nitrogênio excretado de 4,98 a 6,60 g/dia, embora o balanço de nitrogênio não foi influenciado. Nenhuma das variáveis do balanço hídrico apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ). O desempenho dos animais não sofreu efeito ( $P > 0,05$ ) com valores médios de 180,8 g/animal/dia de ganho diário, 1,04 kg MS/animal/dia para consumo e 6,08 para conversão alimentar. As dietas impuseram diferenças ( $P < 0,05$ ) sobre todas as variáveis do comportamento ingestivo. A eficiência de alimentação em relação à MS (g MS/hora) e à FDN (g FDN/hora) apresentaram acréscimo ( $P < 0,05$ ), sendo a eficiência máxima de 464,45 (g MS/hora) e 156,93 (g FDN/hora) pela dieta 5. A eficiência de ruminação em (g MS/hora) e (g FDN/hora) apresentaram acréscimo ( $P < 0,05$ ) com valores máximos de 230,42 g/hora e 84,55 g/hora para a dieta 5. A grande quantidade de água presente em dietas contendo a silagem de palma refletem em maior ingestão de água via alimento,

reduzindo a procura de água no bebedouro, constituindo uma importante alternativa para suprir as necessidades hídricas de animais criados em regiões áridas e semiáridas. As eficiências de alimentação e ruminação apresentam relação positiva com os nutrientes digestíveis totais, embora, não influenciaram no desempenho dos animais. Apesar das diferentes proporções de palma forrageira e capim Buffel das dietas não interferirem no desempenho animal, os melhores resultados econômicos foram apresentados pela dieta 1.

**Palavras-chave:** água, cactáceas, conservação, ganho de peso, viabilidade.

## **SILAGENS OF RATIONS BASED ON FORAGE PALM AND BUFFEL GRASS FOR CONFINED SHEEP**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of forage palm based feed silages on nutrient intake, apparent nutrient digestibility, nitrogen and water balance, as well as the bioeconomic performance and etology of lambs in feedlot. 40 crossbred lambs with initial body weight of  $18.85 \pm 1.2$  kg were distributed in five treatments in a completely randomized design with eight replicates. The treatments consisted of feed silages based on forage palm, wheat bran, soybean meal, corn meal, urea and mineral supplement. The nutrient intake presented differences ( $P < 0.05$ ) and ranged from 128.19 to 165.21 g of crude protein, 304.91 to 520.60 g of non-fibrous carbohydrates, 866.96 to 1004.3 g of organic matter, 11.11 to 30.56 g of ethereal extract, 490.19 to 401 , 89 g of neutral detergent fiber and 2,220 to 3,041 kcal of metabolizable energy. For apparent digestibility of nutrients, there was a difference ( $P < 0.05$ ) only for the digestibility of non-fibrous carbohydrates ranging from 75.82 to 85.35% and for neutral detergent fiber from 52.18 to 57.97%. There was a difference ( $P < 0.05$ ) in the nitrogen balance, so the nitrogen ingested ranged from 20.50 to 26.43 g / day, nitrogen in the faeces from 2.50 to 3.38 g / day, nitrogen in the urine from 2.48 to 3.22 g / day, nitrogen excreted from 4.98 to 6.60 g / day, although the nitrogen balance was not influenced. None of the variables in the water balance presented a difference ( $P > 0.05$ ). The performance of the animals had no effect ( $P > 0.05$ ) with mean values of 180.8 g / animal / day of daily gain, 1.04 kg DM / animal / day for consumption and 6.08 for feed conversion. Diets imposed differences ( $P < 0.05$ ) on all variables of ingestive behavior. The efficiency of feed in relation to MS (g MS / hr) and NDF (g NDF / hr) presented an increase ( $P < 0.05$ ), with a maximum efficiency of 464.45 g / hr and 156, (G ND / hr) and (g NDF / hr) showed an increase ( $P < 0.05$ ) with maximum values of 230.42 g / h and 84 , 55 g / hour for diet 5. The large amount of water present in diets containing palm silage reflects in a higher intake of water via food, reducing the demand of water in the drinking fountain, constituting an important alternative to meet the water needs of animals raised in arid and semi-arid regions. Feeding and rumination efficiencies were positively related to

total digestible nutrients, although they did not influence the performance of the animals. Although the different proportions of forage palm and Buffel grass of the diets did not interfere in the animal performance, the best economic results were presented by the diet 1.

**Key-words:** water, cacti, conservation, viability, weight gain.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O componente água é necessário em todas as funções vitais dos vegetais e animais, deste modo se mostra como o ponto chave para a sobrevivência de todos os organismos. Neste contexto, a água desempenha papel essencial na homeostase, excreção, ingestão de alimentos e no metabolismo energético, uma vez que é o componente em maior proporção no organismo animal.

A caprinovinocultura constitui uma das mais importantes atividades econômicas e sociais para o semiárido brasileiro. Entretanto, as características edafoclimáticas apresentadas na região Nordeste contribuem negativamente para uma má distribuição das chuvas, deixando os animais susceptíveis a longos períodos de estiagem e conseqüentemente uma esporádica oferta de forragem e água, em qualidade e quantidade de nutrientes insuficiente, comprometendo o seu desenvolvimento, diminuindo a rentabilidade econômica para os criadores.

Uma alternativa para enfrentar essas dificuldades é o cultivo de espécies vegetais eficientes no uso de água e armazenamento. Embora, a conservação de forrageiras adaptadas ao semiárido na forma de silagem ainda seja pouco explorada, aquelas que apresentam alta umidade, como a palma forrageira, poderiam amenizar a deficiência de ordem quantitativa e qualitativa de alimentos para os rebanhos da região. Essa produção de silagem se tornaria em um aporte adicional de água via alimentos importante para animais criados em regiões e comunidades com poucos acessos à água de beber, como os caprinos, ovinos e até bovinos na região semiárida brasileira.

Com estas considerações, a silagem de palma forrageira destaca-se como uma ferramenta inovadora e eficiente na conservação e armazenamento de água e nutrientes a serem ofertados em qualquer época do ano visando suprir as necessidades nutricionais melhorando o desenvolvimento dos animais e viabilizando a atividade. Além disso, esta silagem quando há a adição de alimentos concentrados como milho, soja e trigo elevam o teor de matéria seca, melhoram a composição nutricional, otimizam a fermentação das silagens e podem suprir grande parte da necessidade hídrica dos animais.

Diante do exposto, no capítulo I apresentou-se uma abordagem referencial sobre a tese, no capítulo II o consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, o balanço de nitrogênio e hídrico. Por fim, no capítulo III o desempenho



bioeconômico e etologia de ovinos em confinamento alimentados com silagens completas a base de palma forrageira.

## **CAPÍTULO I**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

---

### **SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL PARA OVINOS EM CONFINAMENTO**

## INTRODUÇÃO

A Região Nordeste se destaca na criação de ovinos e concentrou 60,6% do rebanho nacional no ano de 2015 (IBGE, 2015). Esta concentra grande parte da região semiárida do Brasil, que é possuidora de grandes rebanhos de pequenos ruminantes, ou seja, 6.893.818 de caprinos e 8.613.187 de ovinos (IBGE/SIDRA, 2015). Ao estimar um consumo de matéria seca de um quilograma por animal ao dia e de água três litros por animal ao dia, teríamos uma necessidade total de 15.506,36 quilogramas de matéria seca por dia e 46.520 milhões de litros para consumo diário para caprinos e ovinos. Assim, verifica-se a necessidade de um planejamento forrageiro e hídrico nesta região para suprir a demanda destes rebanhos.

Há uma forte relação entre a demanda de água e a demanda de alimentos para os animais, pois a disponibilidade de água, além da oferta de alimentos é na maioria das vezes um fator limitante para os rebanhos nas regiões áridas e semiárida. Durante a estação seca, em particular, os animais consomem forragens de baixo teor de umidade, baixo valor nutricional e têm acesso irregular e limitado à água potável, contribuindo negativamente para o seu desempenho dos animais, bem como para o desenvolvimento social e econômico das regiões semiáridas, também são prejudicadas, já que tem essa atividade como a principal fonte de renda, estimado fator cultural e uma das principais fontes de proteína animal para a alimentação dos povos deste local.

Uma forragem muito utilizado na produção de ruminantes em regiões semiáridas é a palma forrageira. Esta planta é adaptada às características edafoclimáticas dessa região por sua alta capacidade de armazenamento de água e rusticidade. Isto porque a palma apresenta o processo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC ou CAM), que maximiza o uso da água por essas plantas devido à absorção do dióxido de carbono durante o período noturno e sua conversão em biomassa durante o período matutino. Estes mecanismos adaptativos propiciam alta produtividade em regiões áridas e semiáridas desta forrageira (SOUZA et al., 2008).

Entretanto, a palma forrageira não pode ser utilizada como única fonte de alimento para os ruminantes, visto que, apresenta baixos teores de proteína bruta, de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e altos teores de oxalato e cálcio, magnésio e potássio causando distúrbios digestivos como diarreia, caso

seja utilizada como única fonte de nutrientes. A palma deve então, estar associada com outras fontes de fibra com alta efetividade, mantendo as condições normais no rúmen, e evitando assim tais efeitos indesejáveis (MATTOS et al., 2000). Além disso, a mesma deve ser utilizada em conjunto com uma fonte viável de proteína que possibilite uma adequada sincronização entre o suprimento de energia e de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, considerando a elevada concentração de carboidratos solúveis na palma.

Outro entrave, na utilização da palma, quando fornecido *in natura* ao animal, é o manejo. O manejo do palmal é intensivo em mão-de-obra, devido a colheita e processamento da mesma *in natura* para oferta aos animais ser obrigatoriamente diário, acarretando maior custo de produção.

A confecção de silagens de ração completa a base de palma forrageira tem se disseminado como uma ferramenta viável para a produção racional de ruminantes. Neste contexto, a palma é ensilada juntamente à fontes de FDN, proteína, suplementos vitamínicos e minerais com o propósito de obter uma ração balanceada na forma de silagem. O Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) patenteou a ideia e iniciou a difusão desta tecnologia no Marrocos obtendo resultados satisfatórios e até melhores quando comparados com os resultados de desempenho de ovinos, quando há o uso de dietas convencionais (BENDAOU & OMAR, 2014).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### *Semiárido*

Segundo Costa et al. (2009), países de clima tropical, como o Brasil, apresentam características áridas e semi-áridas com baixa precipitação, havendo uma redução na produção de forragem e na disponibilidade de água. Portanto, o desempenho dos animais é geralmente limitado pela disponibilidade de forragem e especialmente pela escassez de recursos hídricos.

O Nordeste Brasileiro abrange 18,27 % do território nacional, possuindo uma área de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>; sendo uma das regiões existentes de maior contingente do planeta, onde o fator climático é determinante, influenciando efetivamente sobre os outros pontos que compõem este cenário, tais como, flora, fauna, sociedade, economia, educação e demais propriedades. Destes, 962.857,3 km<sup>2</sup> estão inseridos no denominado Polígono das Secas, delimitado em 1936 e revisado em 1951, dos quais 841.260,9 km<sup>2</sup> abrangiam o Semiárido Nordestino (ARAÚJO, 2011), além disso, 750.000 km<sup>2</sup> é ocupado pela caatinga, abrangendo alguns estados como, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (IBGE, 2016).

Segundo a classificação de Köppen, a precipitação média anual varia de 150 a 1.350 mm, com grandes extensões abaixo de 700 mm e com temperaturas médias que variam de 15 a 40°C mínima e máxima respectivamente e, vale salientar que a área territorial do Semiárido, assim delimitada, é superior à soma dos territórios da Alemanha, Itália, Cuba e Costa Rica (ARAÚJO, 2011).

Ao decorrer dos anos, essa região vem sendo transformada pelo acelerado processo de degradação, dentre eles estão os desmatamentos indiscriminados, pastoreio excessivo, assoreamento de córregos e rios, degradação dos solos, desertificação, uso ineficiente dos recursos naturais como terra, água e biomassa. Cerca de 80% das terras agrícolas do planeta sofrem de moderada a severa erosão, e nas regiões áridas e semiáridas esse impacto é maior (SALAH et al., 2016). Os solos em sua maioria apresentam-se rasos e pedregosos, as poucas bacias sedimentares não apresentam fontes abundantes de água (SALIN et al., 2012).

Na estação chuvosa, as pastagens contêm herbáceas, arbustos e espécies de árvores, que possuem características nutricionais muito relevantes para a produtividade do rebanho. No entanto, durante a estação seca, o componente herbáceo praticamente desaparece, reduzindo a capacidade de suporte das pastagens, havendo ainda, uma redução considerável da qualidade nutricional das espécies arbóreas e arbustivas (SANTOS et al., 2008).

De acordo com Giulietti et al. (2004), as plantas predominantes da Caatinga apresentam espinhos e, ou acúleos, cutículas impermeáveis, armazenamento de água nas raízes, folhas e caules modificados, com diferenciações anatomofisiológicas. A exemplo de cactáceas, que promovem fechamento de estômatos nos momentos de altas temperaturas e abertura em momentos de baixas temperaturas, fenômeno este, xerofilismo, ou seja, no período seco apresentam latência, assim, grande parte da vegetação perde suas folhas (caducifólia).

Na época da seca, os criadores buscam alternativas para suprir a carência alimentar dos rebanhos. Em contrapartida, durante o período das águas, grande quantidade de forragem nativa é desperdiçada, por consumo insuficiente dos animais, bem como pelo pouco conhecimento quanto aos métodos de conservação de forragem pelos produtores.

No intuito de evitar que a sazonalidade meteorológica afete a produção animal, se faz necessário o uso de estratégias que forneçam as necessidades de alimentos para os animais durante todo o ano, portanto, o discernimento sobre os processos fermentativos e bioquímicos que ocorrem para a conservação de forragens é imprescindível para a obtenção de volumosos conservados de qualidade (MONTEIRO et al., 2011). Embora as técnicas de conservação de forragens, como fenação e ensilagem, ainda não sejam aplicadas de forma expressiva nas propriedades. De acordo com Pereira et al. (2006) a conservação de forragens é um componente chave em muitos sistemas de produção animal nas regiões onde em alguma época do ano o crescimento do pasto é muito lento ou quase nulo. Nestas condições, o seu valor como prática de manejo é incontestável.

De acordo com Ribas et al. (2010), o processo de conservação de forragem na forma de silagem pode ser uma alternativa para a pecuária nordestina, afim de aumentar a oferta de alimentos, minimizando os efeitos da estacionalidade da produção vegetal na produção animal, utilizando-se do aproveitamento da adaptabilidade e da prática de

tecnologias adequadas a realidade local, a conservação de forragem é de suma importância para suprir as deficiências quantitativas e qualitativas de alimentos, observada nos períodos de seca. Como é de conhecimento geral, a silagem é uma alternativa de conservação de forragens, afim de utilização nos períodos de estiagem contribuindo de 10 a 25% dos alimentos volumosos destinados aos ruminantes (NUSSIO & RIBEIRO, 2008).

Numa região caracterizada pela estacionalidade na disponibilidade de forragens, a produção, o manejo e o armazenamento de volumosos, voltados aos aspectos quantitativos e qualitativos, exercem funções estratégicas na lucratividade das fazendas, pela diminuição das diferenças sazonais na oferta de forragens e menor requerimento de suplementações energéticas e/ou proteicas (FILHO, 2008).

Algumas espécies da vegetação da Caatinga como as plantas nativas e/ou introduzidas possuem características que as tornam particularmente úteis à produção de ruminantes, tanto pelo valor nutritivo como pela capacidade de adaptação, produção e regeneração que apresentam (FILHO, 2008). Apesar da elevada participação dessas plantas na alimentação dos animais criados no semiárido, pouco se sabe acerca do valor e manejo dessas forrageiras arbóreas e arbustivas. Isso tem levado a não utilização racional de muitas espécies de valor forrageiro.

Cabe ainda salientar que a consolidação da avaliação de forrageiras nativas ou introduzidas deve ser feita através do uso combinado destas, em dietas para os animais, para que possam ser usadas pelos criadores do semiárido (ARAÚJO et al., 2003). Os mecanismos adaptativos da palma forrageira propiciam alta produtividade em regiões áridas e semiáridas, já que essa planta apresenta elevada rusticidade e resistência às grandes adversidades edafoclimáticas dessas regiões (SOUZA et al., 2008). Características estas, que proporcionaram a palma forrageira condições que promovem sua adaptação ao Semiárido Brasileiro.

Explorar as potencialidades do semiárido de forma racional e que seja economicamente viável, exige a entendimento de que a natureza tem que ser respeitada e ela determina a forma e a época em que as atividades agrícolas podem ser executadas. Haja vista, Damasceno (2007) reforça que, além de sua importância biológica, a Caatinga apresenta um potencial econômico pouco valorizado, quanto a sua utilização como forrageira.

### *A ovinocultura no Semiárido Brasileiro*

No Brasil, a criação de ovinos tem sido praticada desde a colonização, encontrando-se em todas as partes do país (PRIMO, 2004). Os caprinos e ovinos foram introduzidos no Brasil pelos colonizadores, assim, os animais que chegaram ao país neste período passaram por um longo período de adaptação e hoje se encontram naturalizados, formando os grupos genéticos regionais (COSTA et al., 2008). Porém, a busca por raças mais produtivas fez com que, a partir do final do século XIX e início do século XX, houvessem importações de raças consideradas exóticas que, por cruzamentos absorventes, causaram uma rápida substituição nas raças naturalizadas (EGITO et al., 2002).

No território brasileiro, o efetivo de ovinos foi de 18,41 milhões em 2015, com uma variação de 4,5% em relação a 2014, havendo uma série histórica do efetivo desde 2005, em que é possível observar o crescimento ocorrido nos últimos três anos, após a queda verificada em 2012 (IBGE, 2015). A Região Nordeste se destaca na criação de ovinos e concentrou 60,6% do rebanho nacional no ano de 2015, seguida da Região Sul, representando 26,5% do efetivo da espécie, acompanhada pelas regiões Centro-Oeste (5,6%), Sudeste (3,8%) e Norte (3,6%).

Os estados da Bahia (17,2%), Pernambuco (13,1%) e Ceará (12,5%) destacaram-se na criação de ovinos no Nordeste do Brasil (IBGE, 2015). Dentre as raças de ovinos criadas no Nordeste, as deslanadas, em virtude da maior capacidade de tolerância ao calor, compõem a maior parte do efetivo do rebanho desta região; sendo as principais: Santa Inês, Morada Nova, Somalis Brasileira, Rabo Largo, Cariri, e Dâmara e dentro das semi-lanadas a Dorper (SOUSA et al., 2015).

A exploração de ovinos constitui umas das mais expressivas atividades na economia na região semi-árida do Brasil, sendo isto possível, devido à resistência dos animais ao clima desta região, que é geralmente muito quente, seco e acompanhado de longos períodos de seca (SARDI et al., 2012). Apesar destas dificuldades, a criação de ovinos pode ser lucrativa e é importante para todas as escalas de produção, especialmente com a crescente demanda por alimentos saudáveis e a preferência por produtos com maior proteína e menores teores em colesterol, gorduras saturadas e calorias (COSTA et al., 2008).



Com essa perspectiva de consumo, surge o interesse em tecnificar a terminação de cordeiros, objetivando rapidez de comercialização, principalmente, na época de entressafra e produção de carcaças que apresente boa distribuição dos tecidos, características organolépticas desejáveis, ou seja, atributos que confirmem máxima aceitação no mercado (CLEMENTINO, 2008).

A ovinocultura deveria ser uma atividade sustentável devido ao seu elevado impacto socioeconômico, especialmente em áreas de terras marginais e famílias rurais de baixa renda (VIANA & SILVEIRA, 2009). No entanto, a produção ainda tende a ser informal, dificultando a consolidação da cadeia (SORIO & RASI, 2010).

De acordo com Moraes Neto et al. (2003), do ponto de vista socioeconômico, a atividade é negativamente afetada pelo baixo nível de treinamento gerencial e pela falta de estrutura. Embora alguns autores tenham apontado que o Nordeste Brasileiro se destaca na produção de pequenos ruminantes, e apresente vocação para este tipo de atividade (VIANA, 2008), os animais são abatidos com um ano de idade (LÔBO et al., 2011), em comparação com seis meses no centro-oeste (LANDIM et al., 2011), ou mesmo quatro meses de idade em sistema intensivo, afetando negativamente a aceitabilidade do produto em muitos mercados.

Franca et al. (2006), realizando outros estudos no Nordeste do Brasil, mostraram que há um retorno econômico positivo para a criação de ovinos no semiárido, visto que, nesta região, o custo é praticamente zero, pois, os produtores não têm muitas opções e com pequenas áreas de terra disponíveis, muitas incultiváveis, as ovelhas têm vantagens sobre as outras atividades como o gado, portanto, esta é uma das razões pelas quais, estes animais são utilizados por esses pequenos agricultores há décadas.

Segundo Figueiredo Junior et al. (2009), a produção nacional de ovinos de corte vem crescendo e se disseminando por todo o território nacional, mas ainda não vem conseguindo atender a demanda interna, razão pela qual as importações também vêm crescendo, tanto de animais vivos, como de carcaças resfriadas ou desossadas. Neste sentido, tem-se observado o aumento de interesse dos ovinocultores em intensificarem sua produção.

Entretanto a preocupação do produtor não deve estar voltada somente para os processos produtivos, mas também para as ações gerenciais e administrativas visando à

maximização dos resultados econômicos. O estudo da viabilidade econômica se torna uma importante informação para auxiliar produtores que têm como desafio aumentar a produção de carne para atender um mercado cada vez mais exigente (BARROS et al., 2009).

De acordo com Mora et al., (2015), o sistema intensivo pode ser uma forma prática e viável, quando utiliza animal jovem com aptidão genética para corte, para responder com melhor desempenho em menos tempo e tenha uma boa qualidade de carcaça. Com isso, o confinamento requer menor espaço físico na propriedade e otimiza a produção para o fornecimento de cordeiros para o abate ao longo do ano.

Para que o sistema intensivo de cordeiros torne-se uma opção economicamente viável, é necessário que se utilize uma dieta de baixo custo que proporcione alto ganho de peso médio diário, baixa conversão alimentar, reduzido período na terminação e uma margem atrativa de lucro (CARDOSO, 2008). Aspectos como velocidade de acabamento, conversão alimentar, qualidade dos animais disponíveis, preço e qualidade da alimentação e mercado devem ser levados em consideração na escolha do sistema de criação, para que o produtor obtenha ganho econômico na atividade (BENDAHAAN, 2006).

#### *Palma Forrageira*

A palma forrageira pertence à Divisão: Embryophyta, Sub-divisão: Angiospermea, Classe: Dicotyledoneae, Sub-classe: Archiclamideae, Ordem: Opuntiales e família das cactáceas. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas. Todavia nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras. Existem três espécies de palma encontradas no Nordeste do Brasil, a palma gigante, palma redonda e palma miúda (SILVA & SANTOS 2006; FARIAS et al., 2005)

A Palma Gigante (*O. ficus indica* Mill) é caracterizada pelo crescimento vertical, resistência à seca, alta produtividade, susceptível à falsa cochonilha-do-carmim e menos palatável quando comparada com a palma doce (SANTOS et al, 2002). A Palma Redonda (*Opuntia ficus indica*) apresenta características que se assemelham às da variedade gigante, diferindo apenas no formato da raquete e no hábito de crescimento da planta, sendo mais produtiva do que a palma Miúda em termos de massa verde. A

Palma Miúda (*Nopalea cocheníllifera* Salm Dick) tem como características principais o crescimento vertical, a baixa resistência a seca, resistente à falsa cochonilha-do-carmim além de ser mais rica em carboidratos e mais produtiva quanto à matéria seca em relação à palma gigante. A Palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia tuna* L. Mill) apresenta crescimento horizontal, rica em matéria seca em relação à variedade gigante, possui pelos e é resistente à falsa cochonilha-do-carmim (SANTOS et al, 2002).

O rendimento favorável dessa cultura está climaticamente relacionado a áreas com 400 a 800mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40% e temperatura diurna/noturna de 25 a 15°C (NOBEL, 2001).

A cactácea em questão apresenta adaptação às condições adversas do semiárido, dada a sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido Crassuláceo (CAM) (FARIAS et al., 2000), que se expressa com maior intensidade sob condições de estresses abióticos severos. Entretanto, na ausência de estresse a palma pode atuar como CAM facultativa, ou seja, ajustar o padrão de captação de CO<sub>2</sub>, como ocorre com outras cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Tipicamente, uma planta CAM, perde 50 a 100 g de água para cada grama de CO<sub>2</sub> obtido, comparando com valores de 250 a 300 g para plantas C<sub>4</sub> e 400 a 500 g para plantas C<sub>3</sub>. Portanto, as plantas CAM possuem uma vantagem competitiva em ambientes secos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Os cladódios dos cactos podem sobreviver por vários meses sem água, após a separação da planta-mãe. Seus estômatos permanecem fechados durante todo o tempo, e o CO<sub>2</sub> liberado pela respiração é refixado em malato. A eficiência no uso da água, até 11 vezes superior à observada nas plantas de mecanismo C<sub>3</sub>, torna a palma, dentre as forrageiras cultivadas, a espécie mais adaptada ao semiárido (FERREIRA et al., 2008). Tal processo é denominado CAM ocioso e permite a planta sobreviver por períodos de seca prolongados com perda de água extremamente reduzida (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A palma forrageira é um vegetal que apresenta características adaptativas peculiares para as regiões semiáridas do Brasil, como exemplo do seu sistema radicular, o mesmo apresenta-se com arquitetura superficial, percorrendo uma profundidade de 0-100 mm, o que possibilita a absorção de água de precipitações muito baixas e em alguns momentos, até mesmo a absorção da umidade do orvalho noturno, mostrando ser muito

bem adaptada as zonas áridas e semiáridas, de maneira que essas raízes podem se espalhar por cerca de 1,5 a 1,8 m depois do primeiro ano de implantação do palmar, assim a drenagem no manejo da cultura é de suma importância, tendo em visto a sua baixa tolerância em sua zona radicular (SNYMAN, 2005).

De acordo com Santos et al. (2002), a palma é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo, desde que sejam férteis, podem ser indicadas áreas de textura arenosa à argilosa, sendo, porém mais frequentemente recomendados os solos argilo-arenosos, e além da fertilidade, é fundamental, que os solos sejam bem drenados, uma vez que áreas sujeitas a encharcamento dificultam o manejo e cultivo da palma, visto que esta planta é muito suscetível à deficiência de oxigênio.

De acordo com Almeida (2011), quando há adubação na palma, independentemente da cultivar utilizada, ocorre incremento da área foliar e de matéria seca, refletindo no crescimento da planta e, conseqüentemente, na produtividade, o que acontece também para o plantio adensado e para a adubação orgânica associada à adubação química. Os experimentos com adubação em palma forrageira no Brasil evidenciaram respostas significativas da cultura às adubações realizadas tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo (LEITE, 2009).

Em um estudo conduzido por Silva et al. (2015), verificou-se que a produtividade de massa verde nas densidades de plantio de 10.000 a 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, foi de 118 a 639t ha<sup>-1</sup>, para a palma Miúda, de 113 a 518t ha<sup>-1</sup> para a palma Redonda e de 100 a 400t ha<sup>-1</sup> para a palma Gigante, respectivamente. Em pesquisa realizada por Lima et al., (2015), foram encontradas produtividades médias anuais de 250 a 350 t MV ha<sup>-1</sup> para cultivos adensados com 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> e irrigados.

Resultados preliminares obtidos em Caruaru e Arcoverde, PE, com população de 40 mil plantas/ha, apresentaram produção de 320t MV/ha dois anos após o plantio. Com população de 20 mil plantas (1,0 x 0,5m), a produção será de 240t MV/ha e, com 5 mil (2,0 x 1,0m), de 104t MV/ha, a cada dois anos.

A palma forrageira tem sido tradicionalmente utilizada para a criação de ruminantes como uma alternativa alimentar na região Semiárida brasileira e tem sido estudada em muitos países (MISRA et al., 2006; TEGEGNE et al., 2007), onde representa a principal fonte de forragem durante a estação seca. Dentre os recursos

nativos, a palma forrageira constitui um alimento potencial rico em água para animais durante a estação seca (TEGEGNE et al., 2007), e pode reduzir os efeitos negativos da seca no desempenho animal.

De acordo com Rodrigues et al. (2016), o alto conteúdo de água dos cladódios da espécie *Opuntia* faz dele um alimento volumoso, portanto, um problema real quando tem que ser transportado sobre longas distâncias, embora, o elevado teor de água represente uma alternativa importante para o abastecimento de água das exigências dos animais nas regiões áridas e semi-áridas, onde a água pode ser um fator limitante para a produção animal. Costa et al. (2009) enfatizam que a ingestão de água em pequenos ruminantes é notavelmente reduzida quando a palma faz parte da dieta. Outros autores tais como, Nefzaoui e Ben Salem (1998) mostraram que a ingestão de água chega a ser nula quando o consumo diário de palma por ovinos é de cerca de 300 g de matéria seca.

Este tipo de forragem é capaz de produzir grandes quantidades de água por área cultivada por causa de sua composição rica em mucilagem. Apresenta baixos níveis de matéria seca (10-14%), proteína bruta (4-6%), fibra em detergente neutro (26,8%) (MELO et al., 2003). Por outro lado, é uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não-fibrosos (61,7%) e apresenta alto coeficiente de digestibilidade (WANDERLEY et al., 2002). Além disso, a palma forrageira contém níveis significativos de cálcio, potássio e magnésio (SANTOS et al., 1997). Vários autores relataram que o conteúdo de MS apresentado nos cladódios de *Opuntia* podem variar entre 131 g / kgMS a 255 g /kgMS (FUENTES-RODRIGUEZ, 1997; NRC, 2007; TEGEGNE et al, 2007; MCITEKA, 2008; ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011) variando conforme o estado fenológico da planta.

Dada a importância que MS, a PB e o FDN tem na nutrição e alimentação de ruminantes, a palma pode ser utilizada na alimentação de pequenos ruminantes, desde que os animais tenham acesso à forragem com considerável conteúdo de FDN e PB, apresentando-se como uma opção de forragem e alimento interessante para pequenos ruminantes principalmente no período mais seco do ano, quando há baixa qualidade e quantidade de água e pastagem. (RODRIGUES et al., (2016).

O alto nível de água presente na palma forrageira representa uma alternativa às necessidades de abastecimento de água dos animais em regiões áridas e semi-áridas, onde a água pode ser um fator de produção animal. No entanto, os animais alimentados

exclusivamente com palma forrageira pode apresentar perda de peso, diminuição da gordura do leite e também distúrbios digestivos como diarreia e timpanismo (TEGEGNE et al., 2005). Corroborando com os resultados apontados por Andrade-Montemayor et al. (2011) e Costa et al. (2012), que enfatizam o baixo conteúdo de FDN e FDA indicando que a palma não pode ser considerada como uma única fonte de forragem.

A palma forrageira quando associada com outras fontes de fibra, eleva os níveis de MS na dieta e mantém as condições normais no rúmen, evitando assim tais efeitos indesejáveis (MATTOS et al., 2000). A suplementação com palma forrageira não reduz o pH do rúmen, visto que, os altos níveis de mucilagem e minerais estimulam a produção de saliva e o consequente tamponamento do rúmen (BEN SALEM et al., 2002).

Esta cactácea quando utilizada em conjunto com uma fonte viável de proteína produz uma mistura viável que possibilita uma adequada sincronização entre o suprimento de energia e de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, considerando a elevada concentração de carboidratos solúveis na palma, facilitando a incorporação do nitrogênio à proteína microbiana, principal fonte de proteína metabolizável para o animal hospedeiro. A associação da palma com alimentos que possuem elevado teor de FDN, tem por finalidade introduzir no sistema, fibra com alta efetividade, visando um melhor funcionamento fisiológico do rúmen e utilização dos nutrientes provenientes da dieta, otimizando o crescimento microbiano. (PESSOA, 2007; FERREIRA et al., 2009).

Em estudos realizados por Santos et al. (2010) no tocante à composição química da palma, verificou-se que o teor médio encontrado para nitrogênio foi de 20,62 g kg<sup>-1</sup>MS; média geral para o teor de K foi de 33,43 g kg<sup>-1</sup>MS; valores médios observados para cálcio de 34,43 g kg<sup>-1</sup>MS e para o teor de magnésio 59 g kg<sup>-1</sup>MS.

Valores similares também foram observados por Teles et al. (2004) em estudos com plantas de palma aos nove meses de idade; o valor médio observado de 5,9 g kg<sup>-1</sup>MS de enxofre é superior aos valores observados por Dubeux Júnior & Santos (2005), que foi de 0,9 a 1,9 g kg<sup>-1</sup>MS para plantas de *Nopalea cochenellifera* em diferentes locais do estado de Pernambuco que para o teor de ferro, o valor médio foi de 84,54 mg kg<sup>-1</sup>MS; as concentrações de cobre e zinco foram de 6,49 mg kg<sup>-1</sup> e 108,58 mg/kg, respectivamente. Notando-se os valores elevados para Ca, K e Mg na composição

química da palma, unido aos baixos teores de FDN e FDA possibilitando a ocorrência de distúrbios digestivos como diarreias nos animais, caso esta forrageira seja utilizada como única fonte de alimento.

Outro ponto negativo observado na palma é um metabólito que fora estudado por Nefzaoui & Ben Salen (2001), estes mencionaram que, a alta quantidade de oxalatos pode explicar o efeito laxativo da palma quando fornecida aos animais. Santos et al. (2006) enfatizam que a relação Ca: P na palma é extremamente alta e que, devido a interações com outros minerais, especialmente o fósforo, níveis excessivos de Ca por longo tempo podem afetar negativamente o desempenho animal. O oxalato pode reduzir a disponibilidade de Ca e, conseqüentemente, estimular a reabsorção óssea (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003) na tentativa de manutenção dos níveis séricos deste mineral.

A colheita da palma pode ser avaliada de formas diferentes, tendo como ponto positivo que sua realização poderá ser adiada por um ou vários anos, sem grandes prejuízos em relação à qualidade, e negativo relacionado a grande necessidade de mão de obra para despenca, transporte e corte manual ou na máquina (SILVA & SAMPAIO, 2015). Algumas instituições públicas e privadas têm trabalhado no sentido de desenvolver máquinas para colheita da palma, assim como foi testado recentemente em Alagoas o primeiro protótipo de plantadeira para a palma forrageira. A palma deve ser sempre colhida com facas ou facões afiados, cortando-se as raquetes nas juntas. Para diminuição da mão de obra da colheita torna-se importante a utilização de ferramentas de cabos longos que permitem o trabalhador ficar de pé, cortar maiores quantidades e manejar o material cortado para o carroção (LOPES et al., 2012).

Esta cactácea geralmente é colhida manualmente para ser fornecida in natura, diretamente no cocho, depois de fracionada. Visto isso, a mão de obra de colheita, transporte e fracionamento aumenta os custos da produção da forragem (SANTOS et al., 2002). O armazenamento pós-colheita pode ser uma alternativa para diminuir os custos com a colheita e transporte do material, contudo o armazenamento deve ocorrer em local com sombra ou coberto e ventilado e, os cladódios devem ser amontoados inteiros, devendo ocorrer o fracionamento do material no momento do uso (SANTOS et al., 2006a). Entretanto, o corte do palmal em frações, além de elevar os custos de mão de

obra, deixam as plantas susceptíveis ao ataque de pragas, como as principais, cochonilha do carmim e cochonilha de escama.

### *Silagem de Palma*

De acordo com Bendaou (2013), pode-se com a palma formular uma dieta completa sob a forma de silagem para os ruminantes visando a produção de carne e / ou leite, processo este, que foi patenteado pelo INRA internacionalmente. O primeiro processo de transferência-agrícola teve um impacto positivo entre os criadores de ovinos de Rhamna no Marrocos e consequente redução significativa nas despesas com alimentos para engorda. Ovinos alimentados com silagem de palma tiveram um ganho médio de peso de 270 g/dia contra 109 g/dia para uma dieta convencional. Esta silagem torna-se uma alternativa viável e estratégica que pode ajudar a alimentar os ruminantes nos períodos de seca. Bendaou e Omar (2014) relataram que durante a estação de testes, percebeu-se que a silagem era muito ácida, reduzindo significativamente a sua ingestão pelos animais e, este problema foi resolvido pela adição de um composto mineral e vitamínico que visa mitigar esta acidez.

Castra et al. (1977), De Kock (1980), Potgieter (1993) e Nefzaoui & Ben Salem (1996a) afirmam que pode ser feita uma boa silagem a partir da palma forrageira, desde que seja adicionado alguma fonte de fibra efetiva. Ressaltando de que os baixos teores de FDN e FDA, além da elevada umidade presente na palma podem aumentar a taxa de passagem e causar distúrbios digestivos como a diarreia.

O percentual de matéria seca (MS) da palma forrageira está em torno de 10% em cladódios jovens recém colhidos (ÇÜREK & ÖZEN, 2004), esse percentual é considerado muito baixo em relação ao preconizado por McDonald et al. (1991) que é de 35 a 40% de MS para confecção de silagem, pois o baixo teor de MS associado ao alto teor de água na palma forrageira pode favorecer o desenvolvimento de fermentação indesejadas. Contudo a palma forrageira apresenta características nos seus componentes bioativos que promovem condições de manter a homeostase no ambiente da massa ensilada.

A formação de um gel emulsificante logo após a picagem dos cladódios da palma ocorre com o rompimento das células do clorênquima e parênquima onde fica



armazenada a mucilagem, sendo essa um hidrocolóide que proporcionam uma grande retenção dos fluidos da palma forrageira (SAAG et al., 1975).

A mucilagem é uma substância composta por vários tipos de carboidratos complexos como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, possuindo duas frações hidrossolúveis diferentes, uma rica em pectina com aspecto gelatinoso e a segunda fração mais hidrofílica e sem gelificação, e de modo geral a mucilagem apresenta alta

capacidade de retenção de água (SEPÚLVEDA et al., 2007).

As silagens de cactáceas apresentam elevada umidade, uma das razões para isso poderia ser a produção de água durante a fermentação (SCHROEDER, 2004; KUNKLE, et al., 2006). De acordo com McDonald et al. (2002) a fermentação aeróbica que ocorre nos estádios iniciais, resulta na oxidação de açúcares do Ciclo de ácido tricarbóxico para dióxido de carbono e água. O alto conteúdo de umidade observado na silagem de palma pode influenciar a fermentação e a ingestão de matéria seca de forma negativa para os animais.

Outro aspecto a ser avaliado no processo de ensilagem da palma forrageira está relacionado ao seu percentual de carboidratos solúveis (CS). A palma é uma forrageira rica em polissacarídeos pécnicos, essas pectinas são açúcares esterificados ricos em galactose, arabinose, xilose e frutose (HABIBI et al., 2004). Ribeiro et al. (2010) mostraram em estudo da composição de carboidratos presentes na *Opuntia ficus indica* presença de galactose, xilose, arabinose, glicose, frutose e sacarose nos cladódios de palma forrageira em diferentes períodos do ano. Esses açúcares podem ser utilizados como substratos durante o processo de fermentação pelas bactérias lácticas, proporcionando uma fermentação ideal da massa ensilada.

Sua capacidade de tamponamento segundo Corrales-García et al. (2004) que avaliaram mudanças na acidez e a capacidade tampão do pH de diferentes gêneros de *Opuntia*, descreveram que as mudanças de acidez assim como a capacidade tampão da palma variaram em relação ao horário de corte associado em algumas espécies conforme o metabolismo das plantas CAM.

De acordo com Sim et al. (1962) e Van Aldrichem (1963), uma silagem de boa qualidade é caracterizada por uma elevada concentração de ácido láctico aliado com um baixo teor de ácido acético e a ausência de ácido butírico. Bryant & Lancaster (1970)

consideram que a quantidade mínima de ácido butírico e a quantidade máxima de ácido acético e ácido láctico são uma boa medida para mensurar os atributos positivos da silagem. Van der Merwe (1978) indicaram que são formadas inicialmente pequenas quantidades de ácidos graxos voláteis e principalmente de ácido acético, em consequência disso, em condições anaeróbicas existem grandes quantidades de ácido láctico que atuam como conservantes da material vegetal, caso contrário, se não for produzido ácido láctico suficiente para inibir outras reações bioquímicas (17 a 21 dias), outras reações podem ocorrer através da operação de organismos formadores de ácidos butíricos.

De acordo com Wilkinson et al. (1976) sabe-se que um aumento na atividade de fermentação bem como uma mudança para indesejável fermentação irá suprimir a ingestão de MS. De acordo com McDonald et al. (2002) ocorre a hidrólise de hemiceluloses durante a ensilagem, liberando pentoses que podem ser fermentados a ácido láctico e acético pela maioria dos tipos de bactérias.

O pH ideal para o crescimento de bactérias produtoras de ácido acético é de cerca de 7,0 e normalmente só são ativos nos estádios iniciais da fermentação quando o pH é favorável ao seu crescimento (MCDONALD et al., 2002). McCullough et al (1964) relataram uma correlação negativa entre a concentração acética e matéria seca do material vegetal. De acordo com Mciteka (2008) as forragens com menos de 8% de carboidratos solúveis na MS pode não atingir um pH suficientemente baixo para produzir silagem estável.

Em estudos realizados por Mciteka (2008) em avaliação das características fermentativas e valor nutricional de silagens de palma obtiveram os valores médios de 16% de MS, 16,5% de FDN, 15,5% de FDA, 6,5% de PB, 1,2% de EE, 0,35 a 1,85% de carboidratos solúveis. O mesmo autor reportou os valores 16,05 a 36,29% de ácido acético, de 3,41 a 6,16% de ácido butírico, 5,4 a 13,69% de ácido láctico, 5,3 a 7,6 de pH, 58,52% a 77,02% de digestibilidade *in vitro* da MS e 9,51 a 13,76 MJ / kg de energia bruta. Por fim relatou os valores de 0,74 a 0,83 kg de MS /animal /dia ingestão de MS; digestibilidade aparente do EE 37 a 58%; da proteína 31,73 a 49,52% e da matéria orgânica 59 a 70%.

Mokoboki et al. (2016) realizando pesquisas com silagem de palma relataram que, uma das razões para que a silagem apresente elevadas concentrações de ácido

lático quando feitas de forma correta, está associada a sua composição químico-bromatológica, pois a palma apresenta elevada concentração de carboidrato solúvel que estão presentes em uma substância chamada mucilagem, e esses carboidratos ao serem expostos no interior do silo em meio anaeróbio são prontamente utilizados por grupos microbianos e principalmente por BAL, estas, com o tempo dominam o meio produzindo ácido lático e promovendo a conservação do material. Zimmerman (2002), enfatiza ainda que, o alto teor de ácido propiônico e ácido butírico da silagem de palma pode ser atribuído à sua baixa MS (<25% MS) da silagem.

Nogueira (2015) realizou uma pesquisa em que, a silagem de palma com adição de farelo de trigo como aditivo físico e ureia como aditivo químico, foram avaliadas após 30 dias de fermentação, e observou-se que o uso da ureia na silagem de palma promove melhor estabilidade aeróbia à massa ensilada após exposição ao ar, minimizando as perdas nutricionais, assim como o desenvolvimento de microrganismos deletérios. Norton (1982) reforça que a silagem de palma tem uma alta digestibilidade e que pode atribuída, em parte, à translocação de carboidratos solúveis e alto conteúdo celular. Representado por conteúdos de nitrogênio livre e baixo conteúdo de carboidratos fibrosos (VAN SOEST, 1982).

Alguns autores que realizaram trabalhos com silagens de palma forrageira obtiveram resultados satisfatórios, tais como Suarez (2012), mensurando o desempenho de 20 ovinos que receberam silagem de palma com ureia e melaço na forma de ração completa unido a silagem de milho e feno de tritcale, observou um ganho de peso de 100 g/dia. Gusha et al. (2013), em avaliação à composição nutricional e a aceitabilidade de silagem de palma forrageira somada a feno de leguminosa ofertada à ruminantes observaram que as silagens apresentam padrão fermentativo satisfatório, valores de pH entre 3,97 a 4,11 e teores de MS entre 37 a 43%.

Hernandez (2012), ao avaliar o desempenho de 20 caprinos alimentados com silagem de palma adicionados por ureia e melaço na forma de ração completa adicionado de silagem de milho e feno de tritcale, obteve ganho de peso de 140 g/dia. Araba et al. (2013), utilizaram ração completa na forma de silagem composta por cladódios, fruta da palma, polpa de beterraba, palha de cevada, farelo de trigo, ureia, vitaminas na alimentação de ovinos, concluíram que as rações tiveram custo do kg de

MS inferior ao das rações convencionais, além disso, os animais obtiveram ganho de 148 g/dia.

Gusha et al. (2015), avaliando parâmetros ruminais de ovinos suplementadas como silagem na forma de ração completa à base de palma (70%) e leguminosa (30%) constataram que as silagens evidenciaram interessantes valores de pH entre 4,1 a 4,2, houve ainda maior síntese de proteína microbiana e altos valores de AGVs no rúmen.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A palma forrageira na Região Semiárida do Estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-BA. 95f. 2011.

ANDRADE, A.P., SOUZA, E.S., SILVA, D.S., SILVA, I.F., LIMA, R.S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos de precipitação. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43. João Pessoa. Anais. João Pessoa: SBZ/UFPB, p. 138-155, 2006.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M., CORDOVA-TORRES, A.V., CASCA, T.G., KAWAS, J.R. Alternative feed for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, 98: 83-92, 2011.

ARABA, A., YOUSSEFI, H., BOUTOUBA, A., ANEGAY, K., SALHI, O., MOUNCIF, M. Possibility of using discarded prickly pears cactus fruits as a feed for ruminants. **Acta Horticulture**, v. 995, p. 309-312, 2013.

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica – **Revista Científica da FASETE**, n. 5, p. 89-98, 2011.

ARAÚJO, G.G.L., HOLANDA JR., E.V., OLIVEIRA, M.C. Alternativas atuais e potenciais de alimentação de caprinos e ovinos nos períodos secos no semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2. João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: EMEPA, 2003. v.1, p.553-564, 2003.

BARROS, C. S. et al. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2270-2279, 2009.

BENDAHAN, A. B. **Confinamento de cordeiros: uma alternativa na ovinocultura**. 2006. Disponível em: <<http://www.agroline.com.br/artigos/artigo.php?id=304>>. Acesso em: 18 maio, 2017.

BENDAOU, M. & AIT OMAR, M. Une nouvelle technologie d'alimentation utilisant des cactus pour l'engraissement des ovins: Application dans les petites exploitations de la région de Rhamna, Maroc. Technology creation and transfert in small ruminants: role of research, development services and farmers associations. In: Options méditerranéennes. Series A, n.108. p. 279- 284, 2014.

BENDAOU, M. Use of cactus feeding as new technology in sheep fattening. VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal & 20th Cactusnet anniversary. October 28-31, Palermo, ITALY, 2013.

BEN SALEM, H., NEFZAOU, A., BEN SALEM, L. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia*

ficus-indica f. inermis and Atriplex nummularia L.) on growth and digestibility in lambs. **Anim. Feed Sci. Technol.** 96, 15–30, 2002.

BRYANT, A.M. & LANCASTER, R.T. The effect of storage time on the voluntary intake of silage by sheep. *Proc. NZ, Soc. Anim. Prod.* 30:77-89, 1970.

CARDOSO, M.M.T. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 109 p. Dissertação de Mestrado.

CASTRA, J., PEREZ, S., RIQUELME. Evaluation of thornless prickly pear silages as a feedstuff for ruminants. *Proc. Western Section, American Soc. Anim. Sci.*, 1977.

CLEMENTINO, R.H. Utilização de subprodutos agroindustriais em dietas de ovinos de corte: consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 136p. 2008.

CORRALES-GARCÍA, J., VALDÍVIA, C.B.P., RAZO-MARTÍNES, Y., SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, M. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 2, p. 169–174, 2004.

COSTA, R. G., TREVIÑO, I.H., MEDEIROS, G.R., PINTO, T.F., OLIVEIRA, R.L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, 102: 13-17, 2012.

COSTA, R.G., BELTRAO FILHO, E.M., QUEIROGA, R.C.R.E., MEDEIROS, A.N., MAIA, M.O., CRUZ, S.E.S.B.S. Partial replacement of soybean meal by urea on production and milk physicochemical composition in Saanen goats. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, 10 (3): 596-603, 2009.

COSTA, R., CARTAXO, F.Q., SANTOS, N.M., QUEIROGA, R.C.R.E. Carne caprina e ovina: Composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 9, 497–506, 2008.

ÇÜREK, M. & ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. **Turk J Vet Anim Sci**, v. 28, p. 633–639, 2004.

DAMASCENO, M.M. Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da caatinga paraibana em diferentes altitudes. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) UFCG, Patos – PB, 61p, 2007.

DE KOCK, G.C. The management and utilization of spineless cactus. Res. Inst. of the Karoo Region, 1980.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. & SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R. S. C.; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.). A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p.105-128, 2005.

EGITO, A.A., MARIANTE, A.S., ALBUQUERQUE, S.S.M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**. v.51, n.39, p.5, 2002.

FARIAS, I., SANTOS, D.C., DUBEUX JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo do palmal. In: MENEZES R. S. C.; SIMÓES, D.A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 81-88, 2005.

FARIAS, I., LIRA, M.A., SANTOS, D.C., FILHO, J.J.T., SANTOS, MV.F., FERNANDEZ, A.P.M., SANTOS, V.F. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consorcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.341-347. 2000.

FERREIRA, M.A., SILVA, R.R., RAMOS, A.O., VÉRAS, A.S.C., MELO, A.A.S., GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas

alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. Anais. Fortaleza, Ceará. 2008.

FIGUEIREDO JUNIOR, C. A., JUNIOR A.S.V., FILHO, A.N., YAMAMOTO, A. O mercado da carne de ovinos e caprinos no Nordeste: avanços e entraves. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Fortaleza - CE, 2009. **Anais...** Fortaleza: Congresso Sober, 2009 (CD – ROM).

FILHO, J.M. Curva de desidratação e degradação in situ do feno de forrageiras nativas da caatinga. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFC, Fortaleza, 46p, 2008.

FRANCA, F.M.C., HOLANDA JÚNIOR, E.V., MARTINS, E.C., MEDEIROS, H.R., SOUSA NETO, J.M. Análise econômica e financeira de um modelo teórico de produção de carne ovina e caprina para unidades familiares no semiárido do Rio Grande do Norte, 2006. In: Lima, G.F.C., Holanda Júnior, E.V., Maciel, F.C., Barros, N.N., Amorim, M.V., Confessor Júnior, A.A. (Eds.), Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural (Family Based Exploitation of Goats and Sheep in Rio Grande do Norte: Guidelines for Viable Rural Business). Emater-RN/EMBRAPA Caprinos, Natal, pp. 121–143.

FUENTES-RODRIGUEZ, J. A comparison of the Nutritional Value of *Opuntia* and Agave Plants for Ruminants. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, 2: 20-24, 1997.

GONZÁLES F.H.D. & SCHEFFER J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: Gonzáles F.H.D. & Campos R. (Eds), Anais do I



Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil, UFRGS, Porto Alegre. p.73-90, 2003.

GIULIETTI, A.M., BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A.A.J.F. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga. In: Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA-UFPE; Brasília, DF. p.47-90, 2004.

GUSHA, J., HALIMANI, T.E., NGONGONI, N.T., NCUBE, S. Effect of feeding cactuslegume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, n. 206, p. 1-7, 2015.

GUSHA, J., NGONGONI, N.T., HALIMANI, T.E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. **Online Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

HERNANDEZ, P.L. Suplementación con ensilado de nopal (*Opuntia spp.*) em caprinos. 59 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México, 2012.

HABIBI, Y., HEYRAUD, A., MAHROUZ, M., VIGNON, M.R. Structural features of pectic polysaccharides from the skin of *Opuntia ficus indica* prickly pear fruits. **Carbohydrate Research**, v.339, n.6, 2004.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática–SIDRA, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2015/default.shtm>>. acesso em 17 mar. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Mapas de Biomas e Vegetação. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 27/03/2016.

KUNKLE, W.E., CHAMBLISS, C. G., ADESOGAN, A.T., ADJEI, M.B. Silage harvesting, storage and feeding. Florida forage handbook. Univ of Florida, 2006.

LANDIM, A.V., CASTANHEIRA, M., FIORAVANTI, M.C.S., PACHECO, A., CARDOSO, M.T.M., LOUVANDINI, H., MCMANUS, C. Physical, chemical and sensorial parameters for lambs of different groups, slaughtered at different weights. **Trop. Animal Health Production**, 43, 1089–1096, 2011.

LEITE, M.L.M.V. Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 186f. 2009.

LÔBO, R.N.B., PEREIRA, I.D.C., FACÓ, O., MCMANUS, C.M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**. 96, 93–100, 2011.

LOPES, E.B., SANTOS, D.C., VASCONCELOS, M.F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (Org.) PALMA FORRAGEIRA: CULTIVO, USO ATUAL E PERSPECTIVAS DE UTILIZAÇÃO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. João Pessoa, PB: EMEPA-PB. p.21-60, 2012.

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Association of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Miller) with different fiber sources for feeding 5/8 Holstein/Zebu lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 29, 2128–2134, 2000.

MCCULLOUGH, M.E., SISK, L.R.; SELL, O.E. Influence of silage dry matter intake on efficiency of milk production. *J. Dairy Sci.* 47: 650, 1964.

MCDONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D. Animal Nutrition. 6th Edition. Longman, London and New Yoirk. 543p., 2002.

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON. S. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 340p, 1991.

MCITEKA, H. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus-indica* var. *Fusicaulis* cladode silage, DMc. *University of the Free State*, Bloemfontein, 2008.

MELO, A.A.S., FERREIRA, M.A., VERAS, A.S.C. Substitution of soybean meal for urea and cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) in diets for lactating cows. I. Performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 32, 727–736, 2003.

MISRA, A., MISHRA, K., TRIPATHI, A.S., CHATURVEDI, M.K., VAITHIYANATHAN, O.H., PRASAD, S.R., JAKHMOLA, R.C. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. *Small Rumin. Res.* 63, 125–134, 2006.

MOKOBOKI, K., SEBOLA, N., MATLABE, G. Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia* cladodes silage. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28, n. 3, p. 4488-4495, 2016.

MONTEIRO, I.J.G., ABREU, J.G., CABRAL, L.S., RIBEIRO, M.D., REIS, R.H.P. Elephant grass silage additives with alternative products. **Acta Scientiarum Animal Sciences** n. 33, p. 347-352, 2011.

MORA, N.A.H.P., MACEDO, F.A.F., MEXIA, A.A., DIAS-SENEGALHE, F.B., OLIVEIRA, E.Q., RADIS, A.C. Características de carcaça de cordeiras Pantaneiras

abatidas com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.67 no.1 Belo Horizonte Feb. 2015.

MORAES NETO, O.T., RODRIGUES, A., ALMEIDA, A.C., ALBUQUERQUE, S.M. *Capacitação de Agentes de Desenvolvimento Rural (ADRs) Para a Caprinovinocultura*; SEBRAE: João Pessoa, PB, Brazil, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requeriments of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C. 384p, 2007.

NEFZAOU, A. & BEN SALEM, H. *Opuntia* spp. A strategic fodder and efficient tool to compact desertification in Wana region. In: Mondragón-Jacobo, C., Pérez-González, S. (Eds.). *Cactus (Opuntia spp) as forage*, Rome: FAO, p. 73- 89. (**Plant Production and Protection Paper**, 169), 2001.

NEFZAOU, A. & H. BEN SALEM. Spineless cacti: a strategic fodder for West Asia and North Africa arid zones. In: Proc. Int. Symp. Cactus Pear and Nopalitos Processing and Use, Santiago, Chile, pp. 8-76, 1998.

NEFZAOU, A. & BEN SALEM, H. Nutritive value of diets based on spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis* ) and *Atriplex* ( *Atriplex nummularia* ). In : Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi- Arid Zones, Regional Training Workshop, Tunisia, 1996a.

NOBEL, P.S. Biologia ambiental. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). *Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.36-57.

NOGUEIRA, M.S. Perfil fermentativo e composição química de silagens de palma forrageira enriquecidas com fontes proteica, energética e fibrosa. Dissertação (Mestrado

em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

NORTON, B.W. Difference between species in forage quality. J. B. Hacker (ed). 89-110, 1982.

NUSSIO, L.G. & RIBEIRO, J.L. Alternativas Alimentares para ruminantes II. In: Silagem de capim: Potencial e limitações. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 53-80, 2008.

PEREIRA, O.G., GOBBI, K.F., PEREIRA, D.H., RIBEIRO, K.G. Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Anais. João Pessoa, 2006.

PESSOA, R.A.S. Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras. Tese (*Doctor Scientiae* em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 123p, 2007.

PRIMO, A.T. América: Conquista e Colonização: A Fantástica História dos Colonizadores ibéricos e seus animais na era do descobrimento, 1st ed. Movimento: Porto Alegre, RS, Brazil, 2004.

POTGIETER, J.P. Cultivation of cactus pears. *ProAgric*, 1993.

RIBAS, M.N. & MACHADO, F.S. Produção de forragem utilizando híbridos de sorgo com capim Sudão (*S. bicolor* x *S. sudanense*). Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição set, 2010.

RIBEIRO, E.M.D.O., SILVA, N.H., LIMA FILHO, J.L., BRITO, J.Z., SILVA, M.P.C. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm),

according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 933–939, 2010.

RODRIGUES, A.M., PITACAS, F.I., REIS, C. M. G., BLASCO, M. Nutritional value of *opuntia ficus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 22 (No 1) 40-45, 2016.

SAAG, L., SANDERSON, G., MOYNA, P., RAMOS, G. Cactaceae Mucilage Composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 26, 993–1000, 1975.

SALAH, A.M.A., PRASSE, R., MARSCHNER, B. Intercropping with native perennial plants protects soil of arable fields in semi-arid lands. **Journal of Arid Environments**, n. 130, p. 1- 13, 2016.

SALIN, T.C., FERREIRA, R.L.C., ALBUQUERQUE, S.F., SILVA, J.A.A., JUNIOR, F.T.A. Caracterização de sistemas agrícolas produtivos no semiárido Brasileiro como bases para um planejamento agroflorestal. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 109-118, mar.-jun, 2012.

SANTOS, M. V.F., LIRA, M. A., ARAÚJO FILHO, J.T., SANTOS, D.C., PESSOA, R.A. S.; DUBEUX, J.C.B. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2010.

SANTOS, G.R.A., BATISTA, A.M.V., GUIM, A., SANTOS, M.V.F., SILVA, M.J.A., PEREIRA, V.L.A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1876-1833, 2008.

SANTOS, D.C., FARIAS, I., LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., ARRUDA, G.P., COELHO, R.S.B., DIAS, F.M., MELO, J.N. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 48p. (IPA. Documentos, 30), 2006a.

SANTOS, D.C., FARIAS, I., LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., ARRUDA, G.P., COELHO, R.S.B., DIAS, F.M., MELO, J.N. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, D.C., FARIAS, I., LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., ARRUDA, G.P., COELHO, R.S.B., DIAS, F. M., WARUMBY, J.F., MELO, J.N. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife: IPA, (IPA. Documentos,). 45p. 2002.

SANTOS D.C., FARIAS I., LIRA M.A., TAVARES FILHO J.J., SANTOS M.V.F., ARRUDA G.P. A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife, IPA, 23p. 1997.

SARDI, S. I., SENA, G. S. R., CAMPOS, G. S., SANTOS, G. R., MAIA NETO, A. L., AVILA, L. N. Occurrence of small ruminant lentivirus in the semi-arid of Bahia and the productivity profile of the region. **Ciência Animal Brasileira**. v. 13, n. 4, p. 494-503, 2012.

SCHOEDER, J.W. Silage Fermentation and Preservation. NDSU. 2004.

SEPÚLVEDA, E., SÁENZ, C., ALIAGA, E., ACEITUNO, C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia spp.* **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 534-545, 2007.

SILVA, R.R., SAMPAIO, E.V.S.B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, Recife, v.2, n.1, mês – setembro - 2015.

SILVA E.M.N., SOUZA, B.B., SILVA, G.A., SILVA, G.A., ALCÂNTRA, M.D.B., CUNHA, M.G.G., MARQUES, B.A.A. Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros no semiárido brasileiro com auxílio da termografia infravermelha. **Journal Animal Behavior Biometeorol**. 2:95–101, 2014.

SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; VIEGAS, P.A.A.; MUNIZ, E.N.; RANGEL, J.H.A.; MOREIRA, A.L.; BACKES, A.A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, p.2064-2071, nov, 2014.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET** ® , ISSN 1695-7504, Vol. VII nº 10, Out. 2006.

SIM, T.T.R., PASSI, J.J.O., HENNING, P.D. Kuilvoer, kuilvoergewasse en voerkuile. PMFTT. Dept. Landbou-Tegn. Dienste. Pretoria, 346, 1962.

SNYMAN, H.A.A. Case Study on in situ Rooting Profiles and Water-Use Efficiency of Cactus Pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. Received, p. 1–21, 2005.

SORIO, A. & RASI, L. Ovinocultura e abate clandestino: Um problema fiscal ou uma solução de mercado? *RPA I*, 71–83, 2010.

SOUSA, B.B., BENÍCIO, A.W.A., BENÍCIO, T.M.A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal Animal Behavior Biometeorol.** v.3, n.2, p.42-50, 2015.

SOUZA, L.S.B., MOURA, M.S.B., SILVA, T.G.F., SOARES, J.M., CARMO, J.F.A., BRANDÃO, E.O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: Jornada de Iniciação Científica Embrapa Semiárido, 3, Petrolina. Anais. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p.23-28. Documentos 210, 2008.

SUAREZ, A.L.R. Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia spp.*) adicionado com Melaza y urea. 61 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México, 2012.

TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4ª edição. Artmed Editora S. A. p.203 – 242. 2009.



TEGEGNE, F., KIJORA, C., PETERS, K.J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**. 72, 157–164, 2007.

TEGEGNE, F., PETERS, K.J., KIJORA, C. Cactus pear (*Opuntia ficus indica*): a strategic crop in combating food and feed insecurity and desertification in Tigray, northern Ethiopia. **Proc. Sco. Nutr. Physiol.** 14, 60, 2005.

TELES, M.M., SANTOS, M.V.F., DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., LIRA, M.A., FERREIRA, R.L.C., BEZERRA NETO, E.C., FARIAS, I. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia fícus indica*, Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33 n.6, p.1992-1998, 2004.

VAN ALDRICHEM, P. W. M. Die invloed van het voeder op enige fermentatie produkten in die pens van normale runderen en van acetonaemiepatienten. Hoorn, Drukkery Stumpel, 1963.

VAN DER MERWE, H.J. Faktore wat die doeltreffendheid van inkkuiling beïnvloed. **Glen Agric.** 7. 9-11, 1978.

VAN SOEST, P.J. Animal ecology of the ruminant USA: O. and B. Books Inc, 1982.

VIANA, J.G.A. & SILVEIRA, V.C.P. Análise econômica da ovinocultura: Estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural Brasil**. 39, 1187–1192, 2009.

WANDERLEY, W.L., FERREIRA, M.A., ANDRADE, D.K.B., VERAS, A.S.C., FARIAS, I., LIMA, L.E., DIAS, A.M.A. Replacement of forage cactus (*Opuntia fícus indica* Mill) for sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the dairy cows feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31, 273–281, 2002.

WILKINSON, J.M., WILSON, R.F., BARRY, T.N. Factors affecting the nutritive value of silage. **Outlook on Agric.** 9:3, 1976.

ZIMMERMAN, C. Silage Fermentation Analysis. Blue Seal Feeds, Inc, 2002.

## **CAPÍTULO II**

---

### **CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E HÍDRICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL**

### **CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E HÍDRICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar o efeito das silagens de rações a base de palma forrageira sobre as variáveis de consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e hídrico de cordeiros confinados. Foram utilizados 40 cordeiros sem padrão racial definido, não-castrados, distribuídos em cinco tratamentos e oito repetições em que as dietas foram compostas de palma forrageira como base, farelos de trigo, soja, milho e trigo, além de uréia e suplemento vitamínico-mineral em diferentes proporções. O

consumo de nutrientes apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) e variou de 128,19 a 165,21 g de proteína bruta, 304,91 a 520,60 g de carboidratos não fibrosos, 866,96 a 1004,3 g de matéria orgânica, 11,11 a 30,56 g de extrato etéreo, 490,19 a 401,89 g de fibra em detergente neutro e 2.220 a 3.041 kcal de energia metabolizável. Para digestibilidade aparente dos nutrientes, houve distinção estatística ( $P < 0,05$ ) apenas para a digestibilidade de carboidratos não fibrosos que variou de 75,82 a 85,35% e para fibra em detergente neutro de 52,18 a 57,97%. Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) quanto ao balanço de nitrogênio, o nitrogênio ingerido variou de 20,50 a 26,43 g/dia, o nitrogênio nas fezes de 2,50 a 3,38 g/dia, o nitrogênio na urina de 2,48 a 3,22 g/dia, o nitrogênio excretado de 4,98 a 6,60 g/dia, embora o balanço de nitrogênio não tenha sido afetado. Nenhuma das variáveis à respeito do balanço hídrico apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) diante das dietas de silagem de ração a base de palma forrageira. Cordeiros alimentados com silagens de dieta a base de palma forrageira e capim Buffel aumentam o consumo de nutrientes, a digestibilidade da fibra e carboidratos não fibrosos em dietas com menores proporções de capim Buffel e maiores níveis de palma forrageira. O aporte de água presente em dietas contendo a silagem de palma refletem em maior ingestão de água via alimento, reduzindo a procura de água de bebida, constituindo-se uma importante alternativa para suprir as necessidades hídricas de animais criados em regiões áridas e semiáridas, onde a água pode ser um fator limitante para a produção animal.

**Palavras-chave:** água, aproveitamento, ingestão, metabolismo, proteico.

#### **CONSUMPTION, DIGESTIBILITY, NITROGEN AND WATER BALANCE OF SHEEP FEED WITH SILAGE OF RATIONS BASED ON FORAGE PALM AND BUFFEL GRASS**

#### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of feed silage silages on the nutrient intake, apparent digestibility, nitrogen and water balance of confined lambs. We used 40 non-castrated, non-castrated lambs distributed in five treatments and eight replicates in which the diets were composed of forage palm as a base, wheat bran, soybean, corn and wheat, as well as urea and vitamin-mineral supplement in different proportions. The nutrient intake presented significant differences ( $P < 0.05$ ) and ranged

from 128.19 to 165.21 g of crude protein, 304.91 to 520.60 g of non-fibrous carbohydrates, 866.96 to 1004.3 g of organic matter, 11.11 to 30.56 g of ethereal extract, 490.19 to 401.89 g of neutral detergent fiber and 2,220 to 3,041 kcal of metabolizable energy. For apparent digestibility of nutrients, there was a statistical distinction ( $P < 0.05$ ) only for the digestibility of non-fibrous carbohydrates that varied from 75.82 to 85.35% and for neutral detergent fiber from 52.18 to 57.97%. There was a significant difference ( $P < 0.05$ ) in nitrogen balance, ingested nitrogen ranged from 20.50 to 26.43 g / day, nitrogen in faeces from 2.50 to 3.38 g / day, nitrogen in the urine from 2.48 to 3.22 g / day, nitrogen excreted from 4.98 to 6.60 g / day, although the nitrogen balance was not affected. None of the variables related to the water balance presented a significant difference ( $P > 0.05$ ) in relation to feed silage diets based on forage palm. Lambs fed diet silages with forage palm and Buffel grass increase nutrient intake, fiber digestibility and non - fibrous carbohydrates in diets with lower Buffel grass proportions and higher levels of forage palm. The contribution of water present in diets containing palm silage reflects in a higher intake of water via food, reducing the demand for drinking water, constituting an important alternative to supply the water needs of animals raised in arid and semi-arid regions, where water can be a limiting factor for animal production.

**Key-words:** water, utilization, intake, metabolism, protein.

## INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro é a região semiárida mais populosa do mundo, faz parte do Polígono das Secas, caracterizando-se pelo regime de chuvas, definido pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações pluviométricas num curto período de cerca de três meses, durante o qual ocorrem chuvas repentinas, de pequena duração, altas temperaturas e tem a Caatinga como vegetação predominante (SANTOS et al., 2009). Essas características que são inerentes às regiões áridas e semiáridas trazem fortes preocupações quanto a escassez de água e alimentos para homens e animais.

Diante disso, com a dificuldade de se trabalhar com a agricultura devido as irregularidades das chuvas, a produção de pequenos ruminantes se destaca pela rusticidade e adaptação dos animais às características edafoclimáticas da Caatinga, constituindo uma fonte de renda, fonte de proteína animal, forte impacto socioeconômico e cultural.

Haja vista, a palma forrageira apresenta-se como uma cultura detentora de grande potencial nesta região, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos. Esta forrageira é um alimento rico em água (90%), carboidratos, principalmente não fibrosos, importante fonte de energia para os ruminantes, além de baixa porcentagem de constituintes da parede celular e alto coeficiente de digestibilidade de matéria seca (MS). Porém, a palma forrageira não pode ser fornecida aos animais exclusivamente, pois apresenta limitações quanto ao teor de proteína, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), não atendendo as necessidades nutricionais dos ruminantes. Além disso, a palma forrageira apresenta em sua composição altos níveis de ácido oxálico (oxalato) que forma sais insolúveis o que pode afetar a ingestão e digestão em ovinos alimentados com dietas a base de palma.

Estes baixos teores de fibra, de proteínas e de matéria seca, e elevados percentuais de carboidratos não fibrosos podem causar perda de peso, bem como distúrbios digestivos (diarreias e ruminação deficiente). Portanto, a palma deve ser associada a fontes de FDN para manter a boa saúde do rúmen.

No processo de confecção da silagem de ração completa se busca diminuir os custos de mão de obra, os quais se apresentam com o arraçoamento tradicional, que apresenta o corte da palma e oferta de alimentos concentrados. Assim, no ato da ensilagem haveria a mistura prévia de palma, fontes de fibra e concentrado calculado para atender as necessidades nutricionais dos animais em energia e proteína, favorecer o consumo, a digestibilidade, além de favorecer uma fermentação adequada da silagem.

As estimativas do consumo de alimentos por ovinos são importantes para predição do ganho de peso e o estabelecimento das exigências nutricionais dos animais, necessários à formulação das dietas (NRC, 2007). Com isso, as medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo e são expressas pelo coeficiente de digestibilidade, indicando a quantidade percentual de cada

nutriente do alimento que o animal potencialmente pode aproveitar (VAN SOEST, 1994). Atrelado a isso, a eficiência de utilização do N proveniente de compostos nitrogenados pelos microrganismos do rúmen depende de uma série de fatores, dentre eles a perfeita sincronização entre a liberação de amônia e presença de energia para síntese de proteína microbiana. Contudo, a ingestão de água pelos ruminantes é determinante para que haja sucesso na atividade, já que participa de processos bioquímicos vitais ao desempenho animal e está ligada diretamente ao consumo de alimentos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes, a digestibilidade aparente dos nutrientes, o balanço de nitrogênio e hídrico de ovinos mestiços alimentados com ração a base de palma forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Local e Caracterização*

O experimento foi conduzido no setor para determinação do metabolismo animal, pertencente a Embrapa Semiárido (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) localizado, em Petrolina-PE, no período entre maio e setembro de 2016. A cidade tem uma altitude média de 376 metros e coordenadas geográficas de 9°23'35" de latitude sul e 40°30'27" de longitude oeste. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro e termina em abril. A precipitação média anual é de 433 mm (CLIMATE-DATA, 2014). As médias máxima e mínima respectivamente, para temperatura do ar foram 32,0 e 26,95°C, umidade relativa de 38,8 e 34,65% e ITGU de 83,35 e 79,75.

### *Delineamento estatístico*

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e oito repetições, onde foram avaliados cinco dietas de ração a base de palma forrageira com os mesmos ingredientes em diferentes proporções.

### *Animais e dietas experimentais*

Foram utilizados 40 ovinos SRPD (sem padrão racial definido), não castrados, com peso médio inicial de  $18,85 \pm 1,2$  kg. Antes do início do experimento os animais foram pesados, vermifugados, vacinados contra clostridioses e foram identificados com brincos para o sorteio nos tratamentos. Os animais foram confinados em um galpão aberto em baias individuais com dimensões de 1m x 2m, providas de cocho, bebedouro e saleiro.

As dietas foram formuladas apresentando 2,67 Mcal/kg de energia metabolizável, de 14,00% de proteína bruta na matéria seca e sal mineral à vontade (Tabela 1 e Tabela 2) para ganhos de 200 gramas/dia segundo NRC (2007). Para a formulação das dietas experimentais utilizaram-se farelo de soja, milho moído, farelo de trigo, uréia, capim Buffel e palma forrageira da variedade Redonda (*Opuntia cochenillifera*). O período experimental apresentou duração de 66 dias, em que os 10 dias iniciais foram de adaptação às dietas, ao manejo e ao local do experimento e 56 dias de coleta de dados.



O fornecimento das dietas e de água foi *ad libitum*. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08:30 e 15:30, e as sobras foram colhidas e pesadas no dia seguinte para avaliação do consumo e ajuste da ingestão de matéria seca (MS), de forma a permitir 10% de sobras no cocho. Semanalmente amostras do fornecido e das sobras foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em *freezer* a -20 °C.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais

Componentes	Ingredientes (%)					
	Palma Forrageira	Capim Buffel	Farelo de trigo	Farelo de soja	Farelo de Milho	Ureia
MS	14,43	62,27	88,58	89,63	89,24	98,00
PB	5,12	6,02	16,89	47,20	9,03	282,20
EE	1,90	1,74	3,21	2,11	5,12	0
FDNcp	26,91	68,27	43,28	13,34	13,27	0
FDA	19,36	47,93	15,27	9,23	4,45	0
LIG	6,37	20,14	6,08	1,28	1,11	0
CEL	33,76	32,71	11,13	8,09	3,76	0
HEM	19,21	12,29	33,92	5,55	9,78	0
CHO	83,71	83,44	71,68	44,20	84,55	0
CNF	55,24	8,69	30,20	28,18	71,51	0
MO	90,61	87,38	90,17	92,54	96,28	99,80
MM	11,21	10,12	5,23	6,65	1,92	0,17

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = lignina; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; CHO = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral.

**Tabela 2** - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS)

Ingredientes (g/kg de MS)	Dietas				
	1	2	3	4	5
P. Forrageira	563,0	571,0	589,0	633,0	681,0
C. Buffel	279,0	240,0	198,0	108,0	0,0
F. Trigo	0,0	17,0	34,0	74,0	118,0
F. Soja	48,0	50,0	51,0	51,0	53,0
F. Milho	116,0	119,0	124,0	132,0	147,0

Ureia	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição químico-bromatológica das dietas (%)					
MS	38,27	39,89	41,07	43,10	44,91
PB	13,37	13,61	14,17	14,07	13,89
EE	1,16	1,86	2,04	2,27	2,57
FDNcp	51,14	43,49	43,28	43,95	33,79
FDA	39,24	26,79	25,51	21,54	14,07
LIG	6,39	4,31	4,07	4,02	2,93
CEL	32,85	22,48	21,44	17,52	11,14
HEM	13,57	21,50	20,95	23,24	27,99
CHOT	78,42	75,72	75,51	75,72	76,43
CNF	31,81	35,63	35,65	34,05	43,77
MO	92,95	91,19	91,72	92,06	92,89
MM	7,05	8,81	8,28	7,94	7,11
EM	2,31	2,41	2,45	2,43	2,55

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = lignina; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; CHOT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral.

#### *Análises laboratoriais*

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido – Petrolina, PE. Foram determinadas nas amostras dos ingredientes das dietas, da ração, sobras e fezes dos animais, as percentagens de matéria seca (MS, método 967.03), matéria mineral (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, método 981.10), extrato etéreo (EE, método 920.29) (AOAC, 1990). O conteúdo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (usando alfa-amilase Termo estável em sulfito de sódio) (FDNcp; Mertens 2002; Licitra et al., 1996) e a fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado como descrito por Van Soest et al. (1991). A lignina, conforme Van Soest e Robertson (1985). A hemicelulose (HEM) foi calculada por intermédio da equação:  $HEM = FDN - FDA$

Para estimativa dos carboidratos totais (CT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ . Para o cálculo dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por Hall (2000) para alimentos que contêm uréia, em razão da sua presença na dieta oferecida:  $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ uréia} + \%uréia)) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$ , em que PB uréia

e FDNcp significam, respectivamente, proteína bruta advinda da uréia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos e das sobras foi estimado segundo equação proposta por Weiss et al. (1993):  $NDT (\%) = (0,98 \times \%CNF) + (0,93 \times \%PB) + 2,25 \times (\%EE-1) + 0,75 \times (\%FDNcp - \%Lig) \times [1 - (\%Lig/\%FDNcp)^{0,667}] - 7$ . A energia digestível e a energia metabolizável foram estimadas pelas equações:  $ED = (NDT/100) \times 4,409$ , e  $EM = ED \times 0,82$ , segundo o NRC (1984).

### *Consumo*

Foi avaliado o consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), carboidratos não fibrosos (CCNF), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), e de energia metabolizável (CEM), sendo obtido por diferença entre o nutriente ofertado subtraído pelo que foi encontrado nas sobras e nas fezes. O consumo voluntário de cada animal, referente à água e ao alimento sólido e seus respectivos componentes, foi obtido pela diferença entre o oferecido e as sobras, durante todo período experimental.

### *Digestibilidade*

O ensaio de digestibilidade, realizado entre o 25° e 35° dia do confinamento, foi procedido com 40 cordeiros (oito cordeiros por tratamento), adotando-se o método de coleta total de fezes. Assim, os cinco primeiros dias foram destinados à adaptação dos cordeiros às bolsas coletoras e gaiolas metabólicas seguido de cinco dias subsequentes de coleta total de fezes e urina. Após o período de adaptação, entre o 25° e 30° dia do confinamento, realizou-se a coleta de fezes diretamente das bolsas coletoras, duas vezes ao dia (08:30 e 15:30 horas). Em seguida, após ter sido registrada a produção total de fezes de cada animal, foram retiradas alíquotas de aproximadamente 10% do total coletado, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos individuais identificados e armazenadas em freezer. A urina foi colhida e pesada uma vez ao dia em baldes plásticos contendo 100 mL de ácido sulfúrico a 20%, para prevenir as perdas de nitrogênio por volatilização, e também amostradas (10% do total excretado) para determinação do teor de nitrogênio.

Durante o ensaio de digestibilidade foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos que também foram acondicionados em sacos plásticos, que foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação forçada a 65°C por 72 horas. Em seguida, realizou-se a moagem em moinho tipo *Wiley* com peneira de 1 mm e foram elaboradas amostras compostas por animal, devidamente acondicionadas em frascos plásticos identificados para posteriores análises laboratoriais.

Os coeficientes de digestibilidade aparente de cada nutriente foram calculados segundo a fórmula: coeficiente de digestibilidade aparente ou de absorção (%) =  $[\text{Nutriente ou mineral ingerido (g)} - \text{nutriente ou mineral excretado nas fezes (g)}] / \text{nutriente ou mineral ingerido (g)} * 100$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992). A energia digestível (ED) foi calculada como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409 e a concentração de EM foi considerada 82% da ED (Silva & Leão, 1979).

#### *Balanço de Nitrogênio*

A urina foi colhida e pesada uma vez ao dia durante cinco dias do ensaio de digestibilidade (25° ao 35° dia) em baldes plásticos contendo 100 mL de ácido sulfúrico a 20%, para prevenir as perdas de nitrogênio por volatilização, e também amostradas (10% do total excretado) para determinação do teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl.

Neste período, diariamente, uma alíquota de 10% da urina total foi pesada para a obtenção de uma amostra composta (por animal), acondicionada em potes plásticos identificados e armazenados em freezer à -10°C, para posteriores análises laboratoriais.

O balanço aparente de nitrogênio (BN) foi calculado conforme metodologia descrita por SILVA & LEÃO (1979), sendo expresso em g/dia, em que considera as seguintes fórmulas: BN ou Nretido = Ningerido – (Nfezes + Nurina); Nabsorvido = Ningerido – Nfezes; Ningerido = Nofertado – Nsobras e Balanço de N (%) =  $(\text{Ningerido} - (\text{Nfezes} + \text{Nurina}) / \text{Ningerido} * 100$ .

#### *Balanço Hídrico*

Os consumos de água de bebida também foram registrados individualmente, bem como a evaporação a partir de três baldes d'água distribuídos estrategicamente no

galpão, objetivando corrigir as perdas de água por evaporação. A água foi pesada diariamente, durante todo o período experimental, sendo o consumo obtido pela diferença entre a quantidade oferecida e a sobra. Foi calculado também o balanço hídrico a partir da determinação de todas as fontes de água (de bebida, do alimento e metabólica) e todas as perdas de água (urina, fezes e perdas insensíveis). A produção de água metabólica foi estimada a partir da análise bromatológica das dietas e calculada multiplicando-se o consumo de carboidrato, proteína e extrato etéreo digestíveis pelos fatores 0,60, 0,42 e 1,10, respectivamente (TAYLOR et al., 1969; CHURCH, 1976). As perdas insensíveis foram calculadas subtraindo-se a água perdida nas fezes e na urina pela entrada total de água (água de bebida + água do alimento + água metabólica) (CHURCH, 1976).

#### *Análises estatísticas*

A análises de variância foram por meio do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2009) e quando significativos foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS) não apresentou efeito ( $P=0,06$ ) entre os tratamentos com valor médio de 1,06 kg de MS/animal/dia (Tabela 3). Corroborando Araújo et al. (2010) que encontraram valores (1,04 a 1,14 kg MS/animal/dia) semelhantes ao confinarem cordeiros.

Mertens (1994) relata que a ingestão de MS é controlada por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos. Quando são ofertadas dietas de alta qualidade, o animal consome para atender sua demanda nutricional, sendo este consumo limitado pelo seu potencial genético para utilizar os nutrientes absorvidos. No entanto, quando são ofertadas dietas de baixa qualidade (alto conteúdo de FDN), o consumo de alimento ocorre até atingir o nível máximo de capacidade gastrointestinal.

Resultados inferiores a presente pesquisa foram encontrados por Gusha et al. (2015), conduzindo estudo com ovinos alimentados com silagem na forma de ração à base de (70%) de palma forrageira e (30%) de leguminosas (*Acacia angustissima*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra callothrysis* e *Macroptilium Atropurpureum*) encontraram valores que variaram de 0,72 a 0,80 kg de MS/animal/dia e Mciteka (2008) em avaliação das características fermentativas, valor nutricional, digestibilidade e desempenho de ovinos da raça merino sob efeito de silagens de palma obtiveram os valores médios de 0,56 a 0,74 kg de MS/animal/dia.

As ingestões de MS encontradas no presente estudo foram consideradas adequadas quando comparada à recomendação do NRC (2007), de 1,0 kg de MS/dia para animais de 20 kg PC. O consumo de matéria seca é um dos fatores que mais afetam o desempenho produtivo, pois 60 a 90% da variação no desempenho animal é devido ao consumo de matéria seca e somente 10 a 40% à digestibilidade da dieta Crampton et al. (1960) e Reid (1961).

Bispo et al. (2007) avaliando o efeito da substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) em ovinos, observaram que os CMS aumentaram linearmente com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta com valores médios para CMS de 0,64 a 1,14 kg de MS/animal/dia.

**Tabela 3.** Consumo de matéria seca e nutrientes de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
CMS (kg/dia)	0,95	0,95	1,07	1,04	1,18	0,061	0,067	16,89
CPB (g/dia)	128,19b	129,39ab	150,19ab	147,37ab	165,21a	4,372	0,012	16,96
CCNF (g/dia)	304,91c	338,72bc	381,89b	356,64b	520,60a	7,781	0,006	19,77
CMO (g/dia)	866,96b	890,91b	982,53b	984,24b	1004,83a	17,29	0,016	16,99
CEE (g/dia)	11,11d	17,68c	21,85bc	23,77b	30,56a	0,153	0,023	18,48
CFDN (g/dia)	490,19a	463,44a	449,63ab	413,86bc	401,89c	5,842	0,019	17,31
CEM (Kcal/dia)	2.220b	2.291b	2.555ab	2.625ab	3.041a	18,97	0,028	17,21

O consumo de proteína bruta (CPB) apresentou diferença significativa ( $P=0,012$ ) variando de 128,19 a 165,21 g/animal/dia à medida em que diminuiu o FDN e se elevou os percentuais de palma forrageira (56,3 a 68,1%) (Tabela 2). Provavelmente devido à maior digestibilidade da proteína contida no farelo de trigo quando comparado à digestibilidade do capim Buffel. Estes resultados encontram-se acima do que é preconizado pelo NRC (2007) 117 g/animal/dia, para cordeiros de 20 kg de PC com ganhos diários de 200g.

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) variou significativamente ( $P=0,006$ ) de 304,91 a 520,60 g de CNF/animal/dia, sendo acompanhado pelo incremento de carboidratos não fibrosos apresentados nas dietas que variaram de 31,81 a 43,77% (Tabela 2). Tal fato pode ser atribuído à elevação dos teores de palma forrageira (56,3 a 68,1%), bem como seu considerável percentual de 55,24% de CNF.

Observou-se diferença ( $P=0,016$ ) no consumo de matéria orgânica (MO) em que os resultados variaram de 866,96 a 1004,83g de MO/animal/dia. Os valores encontrados na dieta 5 foram superiores aos demais tratamentos.

Gusha et al. (2015), avaliando parâmetros ruminais de ovinos alimentados com silagem na forma de ração à base de palma e leguminosas (*Acacia angustissima*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra callothrysus* e *Macroptilium Atropurpureum*) encontraram valores de 0,42 a 0,50 kg de MO/animal/dia, inferiores ao presente estudo. Já Abidi et al., (2013) tiveram avaliando o efeito das dietas à base de silagem de palma *Opuntia ficus-indica* e resíduo de azeitona comparada a uma dieta comum (feno de aveia e concentrado) sobre a qualidade da carne de cordeiro e utilizaram 24 ovinos com peso vivo médio inicial de 32,0 kg e encontraram ingestão de matéria orgânica similar

entre os tratamentos com média 874 g de MO/animal/dia, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

As dietas experimentais impuseram diferenças significativas ( $P=0,023$ ) sobre o consumo de extrato etéreo (CEE) com resultados superiores observados na dieta 5 (30,56g/dia) e inferiores na dieta 1 (11,11g/dia). Tal fato deve-se à incorporação crescente do farelo de trigo (Tabela 2) às dietas (0,0 a 11,8%), visto que o farelo de trigo possui 3,21% de extrato etéreo e capim Buffel 1,74%, com isso, as percentagens desse nutriente das dietas obtiveram um incremento de 1,16 para 2,57%. Os valores citados não comprometem o desempenho animal, já que o NRC (2007) relata que dietas com até 30 g de lipídeos/kg de MS não compromete o crescimento microbiano e a funcionalidade ruminal.

Quanto ao consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) observou-se diferenças ( $P=0,019$ ) conforme os tratamentos. Os valores observados na dieta 1, 2 e 3 (490,19; 463,44 e 449,63 g/dia) foram superiores a dieta 5 (167,34 g/dia) cujo em sua composição continha menores proporções de capim Buffel (0%) e maiores valores de farelo de trigo (118%) e palma forrageira (68,1%), culminando com a diminuição do FDN das dietas que variou de 51,14 a 33,79%. Além disso, pela incorporação da palma forrageira nas dietas (56,3 a 68,1%), alimento este, que possui baixos teores de FDN e FDA, 26,91% e 19,36%, respectivamente.

Kozloski et al. (2006) observaram que o aumento nos níveis de FDN na dieta de cordeiros, de 25 para 43%, afetou negativamente o consumo e a digestibilidade da matéria seca. Enfatizaram ainda, que a inclusão em torno de 30% de FDN representa o nível mais adequado para dietas a base de silagem e concentrado para cordeiros.

Observou-se variação significativa ( $P=0,028$ ) quanto ao consumo de energia metabolizável (CEM) em que o maior valor foi observado na dieta 5 (3.041 Kcal/dia) em relação as dietas 1 e 2 (2.220 e 2.291 Kcal/dia). Os resultados podem ser explicados pelo aumento dos teores de CNF, à diminuição dos teores de FDN e FDA conferidos pela incorporação crescente da palma forrageira e do farelo de trigo e, a diminuição do percentual de capim Buffel.

Considerando a idade 8 meses dos animais utilizados e a exigência proposta pelo NRC (2007) de 0,9 kg MS; 107,0 g de PB e 2.60 Kcal de EM/dia as ingestões obtidas de MS, PB e EM (Tabela 3) foram similares às exigências preconizadas por esse comitê



para ganho de 200 g/dia, sendo observado, para todas as dietas, embora, o consumo de PB atenderia ganhos de 250 g/dia, não sendo possível provavelmente pelo genótipo (SPRD) utilizado no estudo.

Resultados mais elevados foram encontrados por Moura (2013) apresentando valores que de 2.77 a 3.17 Kcal de EM/animal/dia, ao trabalhar com níveis de substituição da palma forrageira por feno de maniçoba nos níveis de 0,0 a 100% na alimentação de cordeiros não castrados SRPD com peso médio de 20 kg. Vieira (2014) utilizando dieta com 30% de feno + 40% de palma + 30% de concentrado, apresentou consumo de 3.56 Kcal de EM/animal/dia utilizando cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês, machos não castrados, com idade aproximada de 3 meses e peso corporal médio inicial de 20 kg. Valores inferiores foram encontrados por Wanderley et al. (2012), que verificaram o consumo de matéria seca e nutrientes de ovinos recebendo silagens e fenos associados à palma forrageira (60% da MS) e obtiveram os valores que variou de 2.07 a 2.23 Kcal de EM/animal/dia.

Não houve diferença ( $P=0,414$ ) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, provavelmente por não haver diferenças no consumo de MS. Os valores médios observados foram 67,28% e 81,79% para a digestibilidade da MS e da PB, respectivamente. Resultados distintos foram encontrados por Mciteka (2008), ao estudar a digestibilidade de ovinos alimentados com silagem de palma *Opuntia ficus indica* encontrou valores médios de 77,02% para MS e 40,62% para PB.

Çürek & Özen (2004) encontraram resultados distintos ao avaliaram a composição nutricional e a digestibilidade dos nutrientes de palma in natura, bem como da silagem, reportando os valores digestibilidade da matéria seca (57,57 e 57,32%) e da proteína bruta (72,69 e 33,21%) da palma in natura e da silagem, respectivamente.

Já Einkamerer et al. (2009) utilizaram níveis crescentes de palma (*Opuntia ficus-indica* var argelino) inclusos na dieta com o objetivo de substituir parte do farelo de alfafa para ovinos Dorper com peso médio de 33.90kg. As três dietas dos tratamentos continham níveis crescentes de palma (0%, 24% e 36%), além de milho, uréia e melaço. Constatou-se que os coeficientes de digestibilidade aparente da MS aumentaram significativamente (71,4; 73,2 e 75,6%), reforçando a melhoria da digestibilidade da dieta promovida pela palma forrageira devido seu elevado teor de CNF (55,24%). Pessoa et al. (2013) encontraram valores de 60,61% para digestibilidade aparente da MS

e 76,32% para a PB para ovinos alimentados com dietas com média de 60% de palma forrageira adicionada de suplementos com farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão e caroço de algodão.

**Tabela 4.** Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
(%)	1	2	3	4	5			
DMS	69,25	64,26	69,04	64,22	69,66	1,364	0,414	12,11
DPB	81,85	83,21	83,35	81,72	78,85	1,379	0,170	4,84
DCNF	75,82c	78,01c	79,60bc	82,97ab	85,35a	1,749	0,001	3,49
DMO	86,92	84,58	85,28	86,57	84,60	2,741	0,131	2,74
DEE	77,07	84,22	84,92	86,02	87,42	2,793	0,072	8,71
DFDN	52,18ab	54,18ab	53,51ab	57,85a	57,97a	1,528	0,001	10,11

As dietas experimentais de silagens de ração a base de palma forrageira estabeleceram distinção ( $P=0,001$ ) sobre a digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos, apresentando maior valor para os animais que consumiram a dietas 5 (85,35%) em relação aos animais que consumiram as dietas com maiores proporções de capim buffel e menores valores de farelo de trigo e palma forrageira (dietas 1, 2 e 3) com valores de 75,82; 78,01 e 79,60 % respectivamente. Tal fato, deve-se provavelmente ao decréscimo de capim Buffel, concomitante ao aumento dos percentuais de palma forrageira (56,3-68,1%) e de trigo (0,0-11,8), alimentos estes que possuem uma maior digestibilidade quando comparados ao capim Buffel, visto que este apresentou (20,14%) de lignina (Tabela 1). A lignina é um constituinte da célula vegetal de baixa ou nula digestibilidade, e apresenta influência sobre a digestibilidade da MS, da fibra bruta, da celulose e hemicelulose, sendo considerada como o principal fator limitante da digestibilidade em forragens (LAUNCHBAUGH et al., 2001).

A digestibilidade aparente da matéria orgânica não foi influenciada pelas dietas em estudo ( $P=0,131$ ) e apresentou valor médio de 85,59%. Mciteka (2008) efetuando pesquisas com silagem de palma sobre o desempenho de ovinos encontrou valores mais discretos variando de 59 a 70%. Çürek & Özen (2004) avaliando a digestibilidade dos nutrientes da palma in natura, bem como da silagem, encontraram digestibilidade da matéria orgânica entre 79,20 e 69,40%, respectivamente. Bendaou et al., (2010) reportaram o valor de 66% de digestibilidade da MO para animais alimentados com

silagem de palma adicionada de palha de cevada, ureia e suplemento vitamínico mineral.

Gusha et al. (2015), avaliando parâmetros ruminais de ovinos alimentados com silagem na forma de ração completa a base de palma (70%) e leguminosas (30%) reportaram valores entre 47 e 72% para a digestibilidade da MO. Os valores reportados pelos autores anteriormente citados para esta variável foram inferiores aos resultados encontrados no estudo em questão, provavelmente devido ao balanço de nutrientes das dietas estudadas, haja vista, as silagens foram formuladas à base de palma forrageira, fibra e concentrado na forma de ração.

Não foi verificada diferença significativa ( $P=0,072$ ) para a digestibilidade do extrato etéreo com valor médio de 83,93%, evidenciando os baixos teores deste nutriente nas dietas que variaram de 1,16 a 2,57% (Tabela 2), estando abaixo dos valores reportados pelo NRC (2007) de 30g de EE/kg MS. Resultado similar de 90% para digestibilidade do EE foi encontrado por Bendaou et al., (2010). Tal qual Çüreğ & Özen (2004), os quais entraram valores de 90,10% para a digestibilidade do extrato etéreo da silagem de palma. E os valores mais baixos apresentados por Mciteka (2008), que variaram de 37 a 58% referentes à silagem de palma.

Os níveis decrescentes de FDN das dietas (51,14 a 33,79%), bem como a diminuição nos percentuais de capim Buffel (30,0 a 0,0%) (Tabela 2) foram suficientes para conferir diferenças ( $P=0,001$ ) à digestibilidade do FDN que variaram de 52,18% para dieta 1 e 57,97% para dieta 5, visto que o capim em questão apresenta 68,27% de FDN (Tabela 1), além disso a incorporação da palma aumenta a digestibilidade por apresentar 26,91% de FDN e 55,24% de CNF (Tabela 1). Resultados inferiores foram encontrados por Abidi et al., (2013) de 47,3%, ao avaliarem o efeito das dietas à base de silagem de palma *Opuntia ficus-indica* e resíduo de azeitona comparada a uma dieta comum (feno de aveia e concentrado). Por fim, os resultados mais baixos para digestibilidade aparente do FDN de 16,42 a 28,57% encontrados para silagem de palma em pesquisa realizada por Mciteka (2008).

De acordo com os resultados encontrados na (Tabela 5), as dietas de silagem de ração a base de palma conferiram diferenças ( $P<0,05$ ) sobre as variáveis de N ingerido, N nas fezes, N na urina e N excretado. Contudo, o N absorvido, o N retido e o balanço de nitrogênio não sofreu efeito das dietas ( $P>0,05$ ).

O N ingerido variou de 20,50 a 26,43 g de N/animal/dia de acordo com as dietas, bem como, o acréscimo do consumo de PB (Tabela 3) que variou de 128,5 a 165,20 g de PB/animal/dia e de MS de 0,95 a 1.18 kg/animal/dia. Concomitante ao nitrogênio excretado nas fezes, que variou de 2,50 a 3,38 g de N/animal/dia. O resultados observados nesta pesquisa estão de acordo com a literatura para animais alimentados com palma forrageira, tal qual, de Ramos et al., (2013) que reportaram para N ingerido 21,89 a 25,82 g N/animal/dia e 3,30 a 4,53 g de N/animal/dia para N fecal. Abidi et al. (2013) reportaram valores de 16,2 a 22,4 g de N/animal/dia para ingestão de nitrogênio e 6,9 a 9,3 g de N/animal/dia para nitrogênio fecal em pesquisa com ovinos alimentados com silagem de palma somado a resíduo de azeitona.

**Tabela 5.** Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
N Ingerido (g/dia)	20,50b	20,70ab	24,03ab	23,57ab	26,43a	2,782	0,027	16,89
N Fezes (g/dia)	2,50c	2,68bc	2,66bc	2,92b	3,38a	0,297	0,001	16,96
N Urina (g/dia)	2,48b	3,20a	3,19a	3,16a	3,22a	0,364	0,003	16,91
N Absorvido (g/dia)	18,00	18,01	21,36	20,65	23,05	1,605	0,068	19,77
N Retido (g/dia)	15,51	14,81	18,15	17,16	18,75	1,853	0,214	16,99
N Excretado (g/dia)	4,98c	5,88b	5,97ab	6,08ab	6,60a	0,016	0,001	18,48
Balanço de N (%)	75,35	71,13	74,13	72,86	74,00	2,691	0,549	17,31

O nitrogênio metabólico fecal inclui perdas enzimáticas e das células epiteliais, células de microorganismos ruminais e intestinais, as quais também contribuem para proteína bruta fecal, entretanto não são perdas endógenas verdadeiras. Para ovinos, o valor recomendado pelo NRC (2007) e CSIRO (2007) foi de 15,2 g/kg CMS/dia, mais elevados que os resultados encontrados neste estudo (2,50 a 3,38 g/animal/dia), evidenciando o correto balanço de energia e proteína ofertado pelas dietas experimentais.

O N urinário variou significativamente ( $P=0,003$ ) de 2,48 a 3,41 g/animal/dia para dieta 1 e 5, respectivamente, devido provavelmente ao incremento nos teores de palma forrageira (56,3 a 68,1%) (Tabela 2), fazendo com que haja um aumento na taxa de passagem pela diminuição do FDN fisicamente efetivo, diminuindo assim, o aproveitamento e absorção da proteína.

O CSIRO (2007) preconiza para ovinos e caprinos a equação recomendada para ovinos pelo ARC (1980), a qual leva em consideração o peso corporal. Esta mesma

equação foi preconizada pelo NRC (1985) para ovinos ( $\text{NUE g/dia} = 0,147 \cdot \text{PC} + 3,375$ ). Ao utilizar a referida equação temos que o N urinário deste trabalho seria 6,31 g de N/animal/dia. O valor estimado pela equação recomendada pelos comitês é 102% mais elevado que os resultados encontrados nesta pesquisa. Tal resultado evidencia o adequado balanço entre energia e proteína ofertado pelas dietas experimentais.

Abdi et al. (2013), em pesquisa com silagem de palma forrageira encontraram resultados similares e, expuseram os valores de 7,6 a 9,3 g de N/animal/dia. Lins et al. (2017) em pesquisa com níveis de substituição de palma por farelo de trigo encontraram os seguintes resultados para excreção de N urinário (3,23 a 6,84 g de N/animal/dia). Ramos et al. (2013) reportaram valores variando de 4,83 a 6,01 g de N/animal/dia.

O N absorvido e o N retido apresentaram valores médios de 20,52 e 17,13 g/animal/dia, respectivamente. Provavelmente devido ao estreito sincronismo energético-proteico no rúmen para a fermentação aos microorganismos ruminais havendo uma relação balanceada em energia e amônia para síntese de proteína microbiana. Ramos et al. (2013) pesquisando o balanço de nitrogênio de ovinos consumindo diferentes fontes de fibra na dieta à base de palma forrageira reportaram valores de 17,40 a 21,90 g de N/animal/dia para N retido e absorvido, respectivamente. Lins et al. (2017) ao estudarem o balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas contendo vários níveis de substituição de farelo de trigo por palma forrageira relataram os valores 15,5 a 28,2 g de N e 12,2 a 22,2 g de N/animal/dia para N absorvido e N retido, respectivamente.

Era de se esperar que a excreção total de N exibisse diferença significativa, já que esta variável reflete a soma da excreção de N via urina, a qual representa aproximadamente 13,48% das perdas totais de N e, da excreção de N via fezes, a qual representa em média 12,30% do N ingerido, indicando que 25,78% do N ingerido foram perdidos pelas fezes e urina, desconsiderando as perdas de descamação do epitélio intestinal.

Gusha et al. (2015) avaliando o desempenho de ovinos alimentados com silagem na forma de ração a base de palma e leguminosas (*Acacia angustissima*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus* e *Macroptilium Atropurpureum*) encontraram valores que variaram de 4,1 a 8,1 g de N/animal/dia. Já Abidi et al. (2013) avaliaram o efeito das dietas à base de silagem de palma *Opuntia ficus-indica* e resíduo de azeitona

utilizando cordeiros e encontraram valores entre 8,0 a 8,9 g de N/animal/dia. Lins et al. (2017) pesquisando sobre o balanço de N de ovinos consumindo dietas com níveis de substituição de farelo de trigo por palma forrageira relataram valores de 7,53 a 11,56 g de N/animal/dia.

Embora a avaliação do balanço de nitrogênio tenha apresentado resultados similares, foi possível constatar que os animais excretaram quantidades distintas nas fezes e urina em função das dietas experimentais ( $P=0,549$ ). Esperava-se que o balanço de nitrogênio fosse distinto entre os tratamentos, já que foram observadas diferenças nas médias de excreção. Contudo, o valor médio encontrado para as dietas 73,88% está acima dos resultados encontrados com palma forrageira reportados por Gusha et al. (2015) que foi de 45,62%. Lins et al. (2017) reportaram o valor médio de 64,4%. Abidi et al. (2013) apresentaram o valor médio de 52,84%. Bendaou (2013) relatou o valor médio de 71,00%.

De acordo com o NRC (2001), a síntese de proteína microbiana depende em grande parte da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen. Assim o crescimento microbiano aumenta, desde haja o equilíbrio entre energia e amônia. Assim, pode-se inferir que, nesta pesquisa, nenhuma limitação do crescimento microbiano em qualquer uma das dietas foi conferida. As células microbianas formadas como resultado da fermentação ruminal de carboidratos em ácidos graxos voláteis sob condições anaeróbicas são uma fonte importante de proteína para ruminantes (50-95%) (MENEZES et al., 2010). Há o fornecimento da maioria dos aminoácidos que o animal hospedeiro requer para manutenção, crescimento e produção de tecidos (EINKAMERER et al., 2009).

Nenhuma das variáveis à respeito do balanço hídrico apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ) diante das dietas de silagem de ração a base de palma forrageira (Tabela 6).

A ingestão voluntária de água de bebida apresentou valor médio de 2,20 litros/animal/dia, diferentemente de Vieira et al. (2008a) que, ao conduzirem um experimento com níveis crescentes de palma forrageira na dieta de caprinos (37,3; 47,3; 57,2; 67,0; 76,5%), observaram que a ingestão de água de bebida decresceu linearmente em função do aumento de palma forrageira na dieta.

Em média, 37,7% do total de água ingerida foram provenientes da dieta, demonstrando a importância da conservação das forragens na forma de silagem, visando ao aumento no suprimento hídrico para os animais criados nas regiões com maiores deficiências hídricas do semiárido brasileiro, além da provisão de forragem, na forma de silagem, para a alimentação dos mesmos.

**Tabela 6.** Balanço hídrico de cordeiros alimentados com silagens de ração a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
Bebida (l/dia)	2,37	2,05	2,12	2,03	2,32	0,18	0,028	16,89
Alimento (l/dia)	1,52	1,42	1,53	1,38	1,19	0,06	0,055	16,96
Metabólica (l/dia)	0,50	0,53	0,53	0,61	0,61	0,04	0,115	16,91
Água total (l/dia)	4,0	3,48	3,44	3,41	3,51	0,12	0,149	14,55
Fezes (l/dia)	0,55	0,51	0,62	0,61	0,45	0,03	0,447	18,46
Urina (l/dia)	1,03	0,88	0,93	0,89	1,07	0,08	0,348	15,63
E. Total (l/dia)	1,58	1,29	1,36	1,50	1,63	0,12	0,358	16,67
Retida (l/dia)	2,09	1,82	1,89	2,12	2,24	0,13	0,219	26,71
BH (%)	39,10	37,19	39,04	43,59	46,80	1,19	0,224	21,69

EP = Erro Padrão da Média; P = Probabilidade; Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Embora não tenha apresentado diferença significativa, a água metabólica é altamente correlacionada com o consumo de alimentos, bem como pela composição das dietas, já que, a gordura produz 100% do seu peso em água, a glicose produz 60% ( $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{calor}$ ) e a proteína 42% (LANA, 2005).

A habilidade para reabsorver água no trato inferior e excretar pellets fecais mais secos é presumivelmente um mecanismo de conservação de água em pequenos ruminantes (NRC, 1981a), favorecendo a estes animais a manutenção do balanço hídrico.

Não houve diferença significativa ( $P = 0,348$ ) para a perda de água pela urina que apresentou valor médio de 0,92 litros/animal/dia, conforme aumentam os percentuais de palma na dieta (Tabela 2). Em contradição, Gebremariam et al. (2006), Vieira et al. (2008a, 2008b), Tegegne et al. (2007) e Costa et al. (2009) puderam constatar aumento na excreção urinária com aumento da proporção de palma na dieta, e tal fato é explicado por Reece (2004), que animais recebendo dietas contendo alimentos muito suculentos, ricos em água, pode reduzir a ingestão de água e excretar considerável volume de urina, como mecanismo de regulação do volume de água do corpo, tornando a palma, uma alternativa importante para regiões semiáridas.

Andrade-Montemayor et al. (2011) relatando sobre alimentos alternativos para pequenos ruminantes em áreas de semiárido, que maior volume de urina é observado em animais que ingerem dietas com palma miúda (1161,64 ml/dia) e palma gigante (1228,03 ml/dia), diferentemente do que ocorre com dieta sem palma (743,07 ml/dia).

A excreção de água total do presente estudo não variou ( $P=0,358$ ) conforme as dietas e apresentou o valor médio de 1,44 litros/animal/dia, sendo superiores aos resultados encontrados por Souza (2014), que realizou uma pesquisa com fornecimento intermitente de água para ovinos em confinamento com restrição hídrica com (0, 24, 48 e 72 horas) e encontrou 1,091, 1,097, 747 e 778 litros/animal/dia, respectivamente.

Não houve distinção ( $P=0,224$ ) das dietas quanto ao balanço hídrico, observando-se o valor médio de 59,44%. Os resultados demonstram a capacidade que os ovinos tem de manter o equilíbrio eletrolítico diante as mais diversas situações inerentes à sua alimentação, enfatizando com o balanço hídrico a eficiência do uso da água de bebida e da água contida nos próprios alimentos pelos pequenos ruminantes.



## CONCLUSÕES

Cordeiros alimentados com silagens de dieta a base de palma forrageira e capim Buffel aumentam o consumo de nutrientes, a digestibilidade da fibra e carboidratos não fibrosos em dietas com menores proporções de capim buffel e maiores níveis de palma forrageira em sua dieta.

A grande quantidade de água presente em dietas contendo a silagem de palma refletem em maior ingestão de água via alimento, reduzindo assim, a necessidade dos animais em procurar água no bebedouro, constituindo-se uma importante alternativa para suprir as necessidades hídricas de animais criados em regiões áridas e semiáridas, onde a água pode ser um fator limitante para a produção animal.

## REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of ruminant livestock. Wallingford: CAB International, 351p, 1980.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 19.ed. Washington, D.C. p.1219, 2000.

ARAÚJO FILHO J.T., COSTA, R.G., FRAGA, A.B, SOUSA, W.H., CEZAR, M.F., BATISTA, A.S.M. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.

ABIDI, S., BEN SALEM, H., VASTA, V., PRIOLO, A. Silage Composed of *Opuntia ficus-indica* f. *inermis* Cladodes, Olive Cake and Wheat Bran as Alternative Feed for Barbarine Lamb. Proc. 7th International Congress on Cactus Pear and Cochineal Eds.: A. Nefzaoui et al. **Acta Hort.** 995, ISHS, 2013.

ANDRADE-MONTEMAYOR H.M., CORDOVA-TORRESB A.V., GARCÍA-GASCAC T. & KAWASD J.R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Rum. Res.** 98:83-92, 2011.

BENDAOU, M. Use of cactus feeding as new technology in sheep fattening. VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal & 20th Cactusnet anniversary. October 28-31, 2013 Palermo, ITALY, 2013.

BENDAOU, M.A., SAADI, A., MOUHADDACHI, A., ABOUALI, A., EL HOUSNI, A. Use of cactus (*Opuntia ficus-indica*) rejects silage in sheep feeding: nutritive value and carcass parameters. INRA. Centre Régional de la Recherche Agronomique, **Rabat** **Unité de Recherche en Productions Animales et Fourrages**. VIIth International Congress on Cactus Pear & Cochineal. Agadir, October 17- 22, 2010.

BISPO, S.V., FERREIRA, M.A., VÉRAS, A.S.C., BATISTA, A.M.V., PESSOA, R.A.S., BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

CLIMATE-DATA. Clima de Petrolina. Disponível em: <http://pt.climatedata.org/location/31938/>. Acesso em 23 set 2016.

CHURCH, D.C. Digestive physiology and nutrition of ruminants: digestive physiology. 2nd ed. Corvallis: O & B Books Publishing, 349 p, 1976.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, Australia. 270p, 2007.

COSTA, R.G., TREVIÑO, I.H., MEDEIROS, G.R., MEDEIROS, A.N., PINTO, T.F., OLIVEIRA, R.L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, p.13-17, 2012.

COSTA R.G., BELTRÃO FILHO E.M., MEDEIROS A.N., GIVISIEZ P.E.N., QUEIROGA R.C.R.E. & MELO A.A.S. Effects of increasing level of cactus pear

(*Opuntia ficus indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Rum. Res.** 82:62-65, 2009.

CRAMPTON, E.W., DONEFER, E., LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. *Journal of Animal Science*, v.19, n.3, p.538- 544, 1960.

ÇÜREK, M., ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. *Turk J Vet Anim Sci*, v. 28, p. 633–639, 2004.

EINKAMERER, O.B., WAAL, H.O., COMBRINCK, W.J., FAIR, M.D. Feed utilization and growth of Dorper wethers on *Opuntia*-based diets. **South African Journal of Animal Science**, 39 (Supplement 1), 2009.

GUSHA, J., HALIMANI, T.E., NGONGONI, N.T., NCUBE, S. Effect of feeding cactuslegume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, n. 206, p. 1-7, 2015.

GEBREMARIAM T., MELAKU S. & YAMI A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** 31:42-51, 2006.

HALL, M.B., HOOVER, W.H., JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.

KOZLOSKI, G.V., TREVISAN, L.M., BONNECARRÈRE, L.M. HARTER, C.J., FIORENTINI, G., GALVANI, D.B., PIRES, C.C. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.5, p.893-900, 2006.

LANA, R.P. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades). 2a ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, p.68-69, 2005.

LAUNCHBAUGH, K.L., PROVENZA, F.D., ROPP, J. Understanding herbivore response to anti-quality factors in forages. **Journal of Range Management**, v.54, p.431-440, 2001.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LINS, S.E.B., PESSOA, R.A., FERREIRA, M.A., CAMPOS, J.M.S., SILVA, J.A.B.A., SANTOS, S.A., SILVA, J.L., MELO, T.T.B., CHAGAS, J.C.C. Effect of replacing wheat bran with spineless cactus plus urea in sugarcane-based diets for sheep. **South African Journal of Animal Science**, 47 (No. 4), 2017.

MCITEKA, H. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus-indica* var. *Fusicaulis* cladode silage, DMc. *University of the Free State*, Bloemfontein, 2008.

MENEZES, C.M.D., SCHWALBACH, L.M.J., COMBRINCK, W.J., FAIR, M.D., DE WAAL, H.O. Effects of sun-dried *Opuntia ficus-indica* on feed and water intake and excretion of urine and faeces by Dorper sheep. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 40 (5 Suppl. 1), 491–494, 2010.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr, G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.

MERTENS D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feed with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** 85, p.1217-1240, 2002.

MOURA, M.S.C. Feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muel Arg.) e palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick), na dieta de ovinos em Recife, 104 p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, D.C. 384 p, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle (7th ed.). National Academy Press, Washington D.C., USA, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 244p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of sheep. New York: National Academy Press, 99p, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 6.ed. Washington, DC, 1984. 90 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington D.C.: National Academy Press, 1981a. 152p.

RAMOS, A.O., FERREIRA, M.A., VÉRAS, A.S.C., COSTA, S.B.M., CONCEIÇÃO, M.G., SILVA, E.C., SALLA, L.E., SOUSA, A.R.D.L. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.4, p.648-659, 2013.

REECE W.O. Dukes' Physiology of Domestic Animals. 12th ed. Cornell University Press, Ithaca. 999p, 2004.

REID, J. T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.11, n.7, p.2122-2133, 1961.

SANTOS K.L.L., GUIM A., BATISTA A.M., SOARES P.C., SOUZA E.J.O. & ARAÚJO R.F.S.S. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. **Rev. Bras. Saude Prod. Anim.**, 10:546-559, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

SILVA, J.F. & LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 380 p, 1979.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

TAYLOR, C. R., SPINAGE, C.A., LYMAN, C.P. Water relations of the waterbuck and East African antelope. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 217, n. 2, p. 630–634, 1969.

TEGEGNE F., KIJORA C. & PETERS K.J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Rum. Res.** 72:157-164, 2007.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. *Analysis of forages and fibrous foods*. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

VIEIRA, V. F. Cordeiros alimentados com palma forrageira ou vagem da algaroba: avaliação química da costela/fralda. Tese de doutorado. Itapetinga-BA: UESB, 2014. 81f. programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

VIEIRA E.L., BATISTA A.M.V., GUIM A., CARVALHO F.F., NASCIMENTO A.C., ARAÚJO R.F.S. & MUSTAFA A. Effects of hay inclusion on intake, *in vivo* nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) based diets. **Anim. Feed Sci. Technol.** 141:199- 208, 2008a.

VIEIRA E.L., BATISTA A.M.V., MUSTAFA A.F., ARAÚJO R.F.S., SOARES P.C., ORTOLANI E.L. & MORI C.S. 2008b. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goats. **Livest. Sci.** 114:354-57, 2008b.

WANDERLEY, W. L., FERREIRA, M. A., BATISTA, A.M.V., VÉRAS, A.S.C., BISPO, S.V., SILVA, F.M., SANTOS, V.L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.13, n.2, p.444-456 abr./jun., 2012.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FEED MANUFACTURES, 61, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1993.



### **CAPÍTULO III**

---

#### **PERFORMANCE BIOECONÔMICA E ETOLOGIA DE OVINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL**



**PERFORMANCE BIOECONÔMICA E ETOLOGIA DE OVINOS  
ALIMENTADOS COM SILAGENS DE RAÇÕES A BASE DE PALMA  
FORRAGEIRA E CAPIM BUFFEL**

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar o efeito das silagens de rações a base de palma forrageira sobre o desempenho bioeconômico e etologia de cordeiros em confinamento. Foram utilizados 40 cordeiros sem padrão racial definido, não-castrados, com peso corporal inicial de  $18,85 \pm 1,2$  kg. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições. Os tratamentos consistiram em silagens de ração a base de palma forrageira, farelo de trigo, farelo de soja, farelo de milho, ureia e suplemento mineral. O desempenho dos animais não foi afetado pelas diferentes proporções dos ingredientes das silagens de ração a base de palma forrageira ( $P > 0,05$ ) e com isso apresenta os valores médios de 180,8 g/animal/dia de ganho diário, 1,04 kg MS/animal/dia para consumo e 6,08 para conversão alimentar. As dietas impuseram diferenças ( $P < 0,05$ ) sobre todas as variáveis do comportamento ingestivo dos cordeiros confinados. A eficiência de alimentação em relação à MS (g MS/hora) e à FDN (g FDN/hora) apresentaram um acréscimo ( $P < 0,05$ ), sendo a eficiência máxima de 464,45 (g MS/hora) e 156,93 (g FDN/hora) pela dieta 5. A eficiência de ruminação em (g MS/hora) e (g FDN/hora) apresentaram acréscimo ( $P < 0,05$ ) com valores máximos de 230,42 g/hora e 84,55 g/hora, respectivamente, para a dieta 5. As eficiências de alimentação e ruminação apresentam relação positiva com os nutrientes digestíveis totais, no entanto, as variáveis comportamentais ingestivas não influenciaram no desempenho dos animais. Apesar das diferentes proporções de palma forrageira e capim Buffel das dietas não interferirem no desempenho animal, os melhores resultados econômicos puderam ser expressados para a dieta 1.

**Palavras-chave:** confinamento, conservação, custos, comportamento, ganho de peso diário.

## **BIOECONOMIC PERFORMANCE AND ETHOLOGY OF SHEEP FEEDDED WITH SILAGE OF RATIOS BASED ON FORAGE PALM AND BUFFEL GRASS**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of feed silage on the bioeconomic performance and ethology of lambs in feedlot. We used 40 lambs without defined racial pattern, non-castrated, with initial body weight of  $18.85 \pm 1.2$  kg. The animals were distributed in five treatments in a completely randomized design with eight replicates. The treatments consisted of feed silages based on forage palm, wheat bran, soybean meal, corn meal, urea and mineral supplement. The performance of the animals was not affected by the different proportions of the ingredients of the feed silages ( $P > 0.05$ ), with a mean value of 180.8 g / animal / day of daily gain, 1, 04 kg MS / animal / day for consumption and 6.08 for feed conversion. The diets imposed differences ( $P < 0.05$ ) on all variables of the ingestive behavior of confined lambs. The feed efficiency in relation to MS (g MS / hr) and NDF (g NDF / hr) presented an increase ( $P < 0.05$ ), the maximum efficiency being 464.45 g / MS and 156 (G ND / hr) and (g NDF / hr) showed an increase ( $P < 0.05$ ) with maximum values of 230.42 g / h and The feed and rumination efficiencies presented a positive relation with the total digestible nutrients, however, the ingestive behavioral variables did not influence the performance of the animals. Although the different proportions of forage palm and Buffel grass of the diets do not interfere in the animal performance, the best economic results can be expressed for the diet 1.

**Key-words:** conservation, confinement, behavior, daily weight gain, costs.

## INTRODUÇÃO

A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não fibrosos, energia e pobre em proteína fazendo com que seja considerado um alimento energético (ARAÚJO et al., 2003). Este alimento pode e deve ser utilizado na alimentação de ruminantes, desde que seja utilizado junto à outros alimentos que corrijam as suas deficiências, como fibra efetiva e proteína bruta, afim de evitar distúrbios digestivos como diarreia. Havendo o balanceamento correto da dieta é possível utilizar a palma forrageira mantendo o desempenho desejado dos animais. Quando utilizada em conjunto com uma fonte viável de proteína possibilita uma adequada sincronização entre o suprimento de energia e de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, considerando a elevada concentração de carboidratos solúveis na palma.

Nesse contexto, o capim Buffel poderia ser associado à palma forrageira visando mitigar a deficiência de fibra apresentada por esta cactácea. De maneira análoga, o farelo de trigo apresenta-se como outra alternativa afim de ajustar o déficit de fibra e proteína conferido pela palma forrageira.

A utilização da palma forrageira ofertada de forma in natura aos animais, dificulta o manejo e o processamento, eleva os custos de produção em consequência da colheita e necessidade de mão-de-obra contínua e diária, constituindo outro entrave no que concerne a sua utilização.

Contudo, a preocupação do produtor não deve estar voltada somente para os processos produtivos, mas também para as ações gerenciais e administrativas visando à maximização dos resultados econômicos. O estudo da viabilidade econômica se torna uma importante informação para auxiliar produtores que têm como desafio aumentar a produção de carne para atender um mercado cada vez mais exigente (BARROS et al., 2009).

Um alternativa para amenizar os entraves seria a ensilagem da palma forrageira. Esta técnica consiste em um processo que visa a preservação da forragem recém colhida, tentando manter tanto o seu valor nutricional quanto o teor de água com o

intuito de fornecer este como fonte de alimento aos animais nos períodos de baixa produção de massa de forragens de boa qualidade no pasto (PEREIRA et al., 2007).

A palma forrageira apresenta um percentual de matéria seca em torno de 10%, constituindo uma característica desfavorável à confecção de silagens, este valor é considerado muito baixo comparado ao preconizado por McDonald et al., (1991) que é de 35 a 40% de MS. Assim, a alta umidade apresentada por esta cactácea pode culminar com uma fermentação indesejada. Contudo, a palma forrageira apresenta características em seus compostos biotivos que promovem condições favoráveis à homeostase da massa ensilada.

Haja vista, a palma forrageira associada à fontes de fibra, proteína, vitaminas e minerais pode compor uma silagem de ração balanceada, apresentando uma alternativa viável para a alimentação de ruminantes, principalmente das regiões áridas e semiáridas como desmostrado por Mokoboki et al., (2016), Gusha et al., (2013) e Araba et al., (2013).

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a performance bioeconômica e a etologia de ovinos alimentados com silagens a base de palma forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Local e Caracterização*

O experimento foi conduzido no setor para determinação do metabolismo animal, pertencente a Embrapa Semiárido (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) localizado, em Petrolina-PE, no período entre maio e setembro de 2016. A cidade tem uma altitude média de 376 metros e coordenadas geográficas de 9°23'35" de latitude sul e 40°30'27" de longitude oeste. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro e termina em abril. A precipitação média anual é de 433 mm (CLIMATE-DATA, 2014). As médias máxima e mínima respectivamente, para temperatura do ar foram 32,0 e 26,95°C, umidade relativa de 38,8 e 34,65% e ITGU de 83,35 e 79,75.

### *Delineamento estatístico*

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e oito repetições, onde foram avaliados cinco dietas de ração a base de palma forrageira com os mesmos ingredientes em diferentes proporções.

### *Animais e dietas experimentais*

Foram utilizados 40 ovinos SPRD (sem padrão racial definido), não castrados, com peso médio inicial de 18,85±1,2 kg. Antes do início do experimento os animais foram pesados em jejum prévio, vermifugados, vacinados contra clostridioses e foram identificados com brincos para o sorteio nos tratamentos. Os animais foram confinados em um galpão aberto em baias individuais com dimensões de 1m x 2m, providas de cocho, bebedouro e saleiro.

As dietas foram formuladas apresentando 2,67 Mcal/kg de energia metabolizável, com 14,00% de proteína bruta na matéria seca e sal mineral à vontade (Tabela 1 e Tabela 2) para ganhos de 200 gramas/dia segundo NRC (2007). Para a formulação das dietas experimentais utilizaram-se farelo de soja, milho moído, farelo de trigo, uréia, capim Buffel e palma forrageira da variedade Redonda (*Opuntia cochenillifera*). A palma foi ensilada após ser picada em ensiladeira e misturada aos

demais ingredientes da dieta compondo a silagem de ração. O período experimental apresentou duração de 66 dias, 10 dias para adaptação às dietas, ao manejo e ao local do experimento e 56 dias para a coleta de dados.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais

Componentes	Ingredientes (%)					Ureia
	Palma Forrageira	Capim Buffel	Farelo de trigo	Farelo de soja	Farelo de Milho	
MS	14,43	62,27	88,58	89,63	89,24	98,00
PB	5,12	6,02	16,89	47,20	9,03	282,20
EE	1,90	1,74	3,21	2,11	5,12	0
FDNcp	26,91	68,27	43,28	13,34	13,27	0
FDA	19,36	47,93	15,27	9,23	4,45	0
LIG	6,37	20,14	6,08	1,28	1,11	0
CEL	33,76	32,71	11,13	8,09	3,76	0
HEM	19,21	12,29	33,92	5,55	9,78	0
CHO	83,71	83,44	71,68	44,20	84,55	0
CNF	55,24	8,69	30,20	28,18	71,51	0
MO	90,61	87,38	90,17	92,54	96,28	99,80
MM	11,21	10,12	5,23	6,65	1,92	0,17

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = lignina; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; CHO = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral.

O fornecimento de ração foi dividido em duas porções diárias iguais às 08:30 e 15:30 horas sendo pesadas e ajustadas permitindo uma sobra de 10%. Efetuou-se a pesagem diária das sobras em todo o período experimental para controle da ingestão de matéria seca e dos outros nutrientes pelos animais, sendo recolhidas as sobras apenas antes do fornecimento da primeira refeição para ajustes na oferta de alimentos. As amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas semanalmente no quarto dia de cada semana, no período da manhã. Os animais foram pesados no segundo dia da semana no período da manhã, no início, semanalmente e no final do experimento em jejum prévio para acompanhamento do ganho de peso e conversão alimentar.



**Tabela 2** - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS)

Ingredientes (g/kg de MS)	Níveis de Capim buffel (% na MS)				
	30,0	25,0	20,0	10,0	0,0
P. Forrageira	563,0	571,0	589,0	633,0	681,0
C. Buffel	279,0	240,0	198,0	108,0	0,0
F. Trigo	0,0	17,0	34,0	74,0	118,0
F. Soja	48,0	50,0	51,0	51,0	53,0
F. Milho	116,0	119,0	124,0	132,0	147,0
Ureia	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição químico-bromatológica das dietas (%)					
MS	38,27	39,89	41,07	43,10	44,91
PB	13,37	13,61	14,17	14,07	13,89
EE	1,16	1,86	2,04	2,27	2,57
FDNcp	51,14	43,49	43,28	43,95	33,79
FDA	39,24	26,79	25,51	21,54	14,07
LIG	6,39	4,31	4,07	4,02	2,93
CEL	32,85	22,48	21,44	17,52	11,14
HEM	13,57	21,50	20,95	23,24	27,99
CHOT	78,42	75,72	75,51	75,72	76,43
CNF	31,81	35,63	35,65	34,05	43,77
MO	92,95	91,19	91,72	92,06	92,89
MM	7,05	8,81	8,28	7,94	7,11
EM	2,31	2,41	2,45	2,43	2,55

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; Lig = lignina; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; CHOT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral; EM (Mcal/kg de MS) = Energia Metabolizável.

### *Análises laboratoriais*

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido – Petrolina, PE. Foram determinadas nas amostras dos ingredientes das dietas, da ração, sobras e fezes dos animais, as percentagens de matéria seca (MS, método 967.03), matéria mineral (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, método 981.10), extrato etéreo (EE, método 920.29) (AOAC, 1990). O conteúdo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (usando alfa-amilase Termo estável em sulfito de sódio) (FDNcp; Mertens 2002; Licitra et al., 1996) e a fibra em detergente

ácido (FDA) foi determinado como descrito por Van Soest et al. (1991). A lignina, conforme Van Soest e Robertson (1985). A hemicelulose (HEM) foi calculada por intermédio da equação:  $HEM = FDN - FDA$

Para estimativa dos carboidratos totais (CT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ . Para o cálculo dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por Hall (2000) para alimentos que contêm uréia, em razão da sua presença na dieta oferecida:  $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ uréia} + \%uréia)) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$ , em que PB uréia e FDNcp significam, respectivamente, proteína bruta advinda da uréia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos e das sobras foi estimado segundo equação proposta por Weiss et al. (1993):  $NDT (\%) = (0,98 \times \%CNF) + (0,93 \times \%PB) + 2,25 \times (\%EE - 1) + 0,75 \times (\%FDNcp - \%Lig) \times [1 - (\%Lig/\%FDNcp)^{0,667}] - 7$ . A energia digestível e a energia metabolizável foram estimadas pelas equações:  $ED = (NDT/100) \times 4,409$ , e  $EM = ED \times 0,82$ , segundo o NRC (1984).

#### *Desempenho dos animais*

Foram avaliadas as seguintes características de desempenho produtivo dos animais: peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em porcentagem de peso corporal (CMS/%PC), consumo matéria seca por quilograma de peso metabólico (CMS/kg corporal<sup>0,75</sup>), conversão alimentar (CA) dado por (Consumo de ração/Ganho de peso).

#### *Comportamento ingestivo*

Passados 36 dias do início do experimento de desempenho foi realizado a mensuração do comportamento ingestivo registrando o tempo gasto em alimentação, ruminação, ócio, anotando as observações dos animais a cada dez minutos, durante 24 horas, realizada por observadores treinados, posicionados de maneira a não causar alterações na rotina dos animais. Além disso, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas por bolo ruminal (nº/bolo) e do tempo despendido na ruminação de cada bolo (seg/bolo) com a utilização de cronômetros digitais.

Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram realizadas as observações de três bolos ruminais em quatro períodos diferentes do dia (12,18, 00 e 6 horas). Foram computados o tempo e o número de mastigações para cada bolo ruminal por animal. As variáveis gramas (g) de matéria seca (MS) e de fibra em detergente neutro (FDN)/ bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio de cada fração individualmente pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas). Para obtenção do número de bolos diários, foi realizada a divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto para ruminar cada bolo, descrito anteriormente. A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g de MS/hora e g de FDN/hora, foi obtida mediante a divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação em 24 horas, respectivamente.

O número de bolos ruminais por dia, o tempo de mastigação total e o número de mastigações meréricas por dia, também foram obtidas conforme metodologias descritas por BÜRGER et al. (2000) e POLLI et al. (1996). Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Os resultados referentes às variáveis do comportamento ingestivo foram obtidas pelas relações:

$$EAL = CMS/TAL$$

$$EAL = CFDN/TAL$$

$$ERU = CMS/TRU$$

$$ERU = FDN/TRU$$

$$TMT = TAL+TRU$$

$$NBR = TRU/MMtb$$

$$MMnd = NBR \times MMnb$$

$$GMSbolo = CMS/NBR$$

$$GFDNbolo = CFDN/NBR$$

em que:

EAL (g MS e FDN/h) = eficiência de alimentação, CMS (g MS/dia) = consumo de matéria seca, TAL (h/dia) = tempo de alimentação, ERU (g MS e FDN/h) = eficiência de ruminação, TRU (h/dia) = tempo de ruminação, TMT (h/dia) = tempo de mastigação total, NBR (nº/dia) = número de bolos ruminais, TRU (s/dia) = tempo de ruminação, MMtb (s/bolo) = tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal (Polli et al., 1996);

MMnd (nº/dia) = número de mastigações meréricas por dia; e MMnb (nº/bolo) = número de mastigações meréricas por bolo (BÜRGER et al., 2000); GMSbolo = gramas de MS por bolo, GFDNbolo = gramas de FDN por bolo, (CARVALHO et al., 2004).

*Custos de produção, Desempenho bioeconômico e Indicadores da análise econômica*

Para análise dos custos de produção do uso das diferentes dietas compostas a base de silagens de palma forrageira na terminação dos animais foi realizado levantamento dos valores da compra dos alimentos e animais em comércios de produtos agropecuários nas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA durante o período de adaptação que durou dez dias, gerando o orçamento total do confinamento. Foi considerado, como insumos: volumosos, concentrados, medicamentos, sal mineral, animais e utensílios usados na alimentação.

Para os custos com uso de água foram utilizados os valores da COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento) com valor de R\$ 5,48/m<sup>3</sup>.

Foram computados os custos fixos de depreciação dos componentes (equipamentos e instalações) do confinamento (DC) e dos juros sobre o capital investido (JC); e os custos variáveis de energia elétrica (CEE), de mão de obra (CMO) e manutenção dos componentes do sistema de confinamento (CMC). Para o cálculo dos custos de depreciação dos equipamentos foi usada a equação (FERNANDES et al., 2008):

$$DC=[(DAC)-(0,2*VAC)]/VU$$

onde, DC = depreciação do componente do sistema (R\$); VAC = valor de aquisição dos insumos (R\$); VAC = valor residual (R\$); VU = vida útil (anos). O valor residual ou de sucata dos equipamentos e instalações foi calculado por 20% do valor de compra ou construção do componente. Os valores de vida útil dos equipamentos foram obtidos de Fernandes *et al.* (2008) e Frizzone & Andrade Jr. (2005).

O custo de oportunidade foi medido com o custo dos juros do mercado financeiro sobre o capital investido (JC), considerando uma taxa de 6,0% ao ano sobre o valor de aquisição conforme equação (FRIZZONE & ANDRADE Jr., 2005):

$$JC = TAJ * VAE$$

em que, JC = juros sobre o capital investido (R\$); TAJ = taxa anual de juros (%) e VAE = valor de aquisição dos equipamentos (R\$).

Os custos de mão de obra e manutenção dos diferentes sistemas de alimentação foram computados adaptando-se as equações de Fernandes et al. (2008):

$$CMO = AS * EMS * SM$$

$$CMC = VPM * VAC$$

onde, CMO = custo anual de mão de obra (R\$); AS = área do sistema (ha); EMS = exigência média de mão de obra do sistema (número de homens por ha); SM = salário mínimo atual brasileiro, incluindo os encargos tributários (R\$); CMC = custo anual de manutenção dos componentes do sistema (R\$); VPM = valor percentual médio anual para manutenção dos componentes do sistema (decimal); e VAC = valor de aquisição do componente (R\$).

Foram adicionados 5% sobre o valor dos custos variáveis como reserva de contingência, que pode ser utilizada em casos emergenciais como falhas humanas, mecânicas ou do sistema (FERNANDES et al., 2008). Os custos referentes ao consumo de água foram levados em consideração. Ao final das simulações, foram obtidos os custos totais de produção, receita bruta e líquida, e a relação benefício/custo por meio das equações:

$$CTP = \Sigma(CF + CV)$$

onde, CTP = custos totais de produção (R\$); CF = custos fixos (R\$); CV = custos variáveis (R\$).

$$RB_{VF} = Y * valorY$$

$$RB_{VC} = (NP * NPC) * valor$$

onde, RBVF= receita bruta obtida pela venda dos animais (R\$); considerando R\$ 18,00 o kg da carne;

onde, RL = receita líquida (R\$).

$$B/C = RL/CTP$$

onde, B/C = relação benefício/custo ( $>1$ , indica viabilidade econômica).

- Receita Líquida Operacional = Renda Bruta – Custo operacional;
- Ponto de nivelamento = Custo fixo total (R\$/ano) / (Preço por kg de carne – Custos variáveis);
- Taxa de Retorno Operacional = Total ativo/Renda líquida operacional;
- Lucratividade = Renda Líquida Operacional/Ativo\*100, segundo Nogueira et al., (2007).

#### *Análises estatísticas*

As análises de variância e testes de média foram feitas por meio do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2009).

Quanto ao comportamento ingestivo, as médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey ( $P<0,05$ ). Para a participação de cada atividade ao longo do período de 24 horas, expressa em número de horas por dia, foi utilizada a frequência e a estatística descritiva.

Os resultados obtidos que dizem respeito a viabilidade econômica foram comparados por meio de análises descritivas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho dos animais não foi afetado pelas diferentes proporções dos ingredientes das silagens de ração a base de palma forrageira ( $P>0,05$ ). Nenhum dos parâmetros relativos ao peso, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de matéria seca nas diferentes formas de apresentação (kg/dia, % do PC e  $PC^{0,75}$ ) foram influenciados (Tabela 3).

Como não houve variações ( $P=0,07$ ) no consumo de matéria seca, era de se esperar que não houvesse interferência no ganho de peso e conversão alimentar, com isso, pode-se inferir que há ajuste entre energia e proteína no balanceamento das dietas em fornecer quantitativamente e qualitativamente os nutrientes necessários aos animais que apresentaram ganhos médios diários de 180,8 g/dia com consumo médio de matéria seca de 1,04 kg de MS/dia e conversão alimentar média de 6,08.

**Tabela 3.** Performance produtiva de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
Peso inicial (kg)	20,81	21,52	21,88	19,89	22,08	0,271	0,295	10,53
Peso Final (kg)	31,85	31,65	31,75	31,06	34,00	0,362	0,551	11,31
Ganho total (kg)	11,03	10,12	10,86	11,16	11,91	0,186	0,598	15,99
GMD (kg)	0,183	0,168	0,169	0,186	0,198	0,023	0,596	15,99
CMS (kg/dia)	0,958	0,950	1,071	1,047	1,189	0,045	0,072	17,20
$CMS^1$ (g/PC <sup>0,75</sup> )	71,81	71,16	80,22	79,61	84,44	1,672	0,076	12,86
$CMS^2$ (%PC)	3,02	3,02	3,30	3,32	3,34	0,065	0,089	13,64
CA	5,23	5,97	6,63	6,43	6,16	0,364	0,613	16,05

GMD= Ganho médio diário; CMS= Consumo de matéria seca;  $CMS^1$ = Consumo de matéria seca em relação ao peso metabólico;  $CMS^2$ = Consumo de matéria seca em porcentagem de peso corporal; CA= Conversão alimentar.

Bendaou (2013), utilizando silagem de palma forrageira na forma de ração para avaliar a performance de ovinos encontrou resultados semelhantes ao desta pesquisa, ganhos médios diários de 195 g/dia para os animais alimentados com a silagem de palma e 255 g/dia para uma dieta convencional. Félix et al. (2016) ao avaliarem o desempenho de cordeiros mestiços confinados com diferentes níveis de palma in natura (0, 33, 66 e 100%) em substituição ao farelo de trigo, apresentaram os resultados com ganho médio diário de 168 g/animal/dia alcançado pelo nível de substituição de 66%.

A ingestão de matéria seca ao dia de 1,04 kg (Tabela 3) obtida neste estudo é adequada para ovinos confinados nessa faixa de peso corporal e estão de acordo com o preconizado pelo NRC (1985), de 1,0 a 1,3 kg/dia para a categoria animal. podendo-se constatar que não houve limitações no consumo de matéria seca, inferindo que as silagens em estudo apresentaram fermentação desejável. Mciteka (2008) apresentou em seu estudo, ingestão de matéria seca de 0,73-0,85 kg/animal/dia com silagem de palma sobre o desempenho de ovinos da raça Merino. Bispo et al. (2010), ao avaliarem o efeito da substituição do capim-elefante por palma forrageira como fonte de forragem no consumo de cordeiros, encontraram consumo médio de MS de 1,14 kg/dia para o tratamento em que a palma teve uma participação de 42% na dieta. Felix et al. (2016) avaliaram o desempenho de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper com peso médio de 19,5 kg alimentados com níveis de palma de 0 a 100% apresentando valores médios de 962 g/dia para ingestão de MS.

Como o ambiente físico, o genótipo e a idade fisiológica dos animais foram controlados, o fator preponderante no consumo de matéria seca e o consequente desempenho foram as dietas experimentais, visto que, as variações nas proporções dos ingredientes que compunham as rações não foram suficientes para afetar o consumo de energia e proteína de maneira incisiva a ponto de apresentar discrepâncias no que diz respeito a performance animal.

Em relação ao peso metabólico, observou-se consumo médio de 78,12 g/PC<sup>0,75</sup>, apresentando resultado inferior ao estabelecido pelo NRC (1985) com consumo de 100 g/PC<sup>0,75</sup> para cordeiros com ganho de peso de até 300 g/dia. Quanto ao consumo de MS em relação ao peso corporal, o valor médio foi 3,18%, sendo inferior ao sugerido pelo NRC (1985), de 4,3 a 5,0% para cordeiros de 20 a 30 kg. Diferentemente dos resultados aqui encontrados, Mattos (2009), ao avaliar o desempenho de ovinos Santa Inês em desempenho alimentados com níveis crescentes de palma forrageira observou que os níveis de palma influenciou o CMS (Kg, %PC e PC<sup>0,75</sup>), apresentando comportamento quadrático com valores médios 1,19; 1,30; 1,20 e 1,09 (kg), 4,68; 4,86; 4,51 e 4,14 (%PC), 104,9; 110,5; 102,3 e 93,54 (g/PC<sup>0,75</sup>) para os níveis (0,0; 28,6; 50,5 e 67,9) de palma, respectivamente, provavelmente pelo aumento na taxa de passagem e o consequente aumento no consumo de alimentos.



Valores mais elevados foram encontrados por Araújo (2009), em pesquisa sobre a substituição de palma por feno de atriplex e farelo de milho com ovinos adultos SPRD, nos níveis de feno de 0,0; 14,3; 30,5; 57,2 e 82,7% observou que os consumos de MS aumentaram linearmente à medida que aumentou o nível de substituição de palma pelo feno de atriplex e farelo milho. Observou-se valores médios para os CMS 1115,5; 1207,7; 1353,0; 1280,4 e 1459,3 (g/dia), 4,3; 4,5; 4,9; 4,4 e 5,1 (%PC) e 96,9; 101,7; 112,4; 101,3 e 118,4 (g/PV0,75), para os devidos tratamentos, respectivamente.

A conversão alimentar não demonstrou diferença significativa ( $P=0,61$ ) e apresentou o valor médio de 6,08 (Tabela 3), sendo superior ao encontrado (7,9) por Maciel (2012) com ovinos SPRD, alimentados com dietas com 40% de palma forrageira, 36% de feno de maniçoba e concentrado.

Tal resultado encontrado para conversão alimentar evidencia uma estreita correlação entre o consumo de matéria seca e o ganho em peso dos animais, com isso, pode-se inferir que o aporte proteico e energético ofertado pelas dietas condiz com as necessidades nutricionais dos animais, assim, a capacidade de converter os nutrientes da dieta em músculo ou gordura corporal durante a fase de confinamento não foi afetada pelas dietas.

Quanto a eficiência de utilização da proteína bruta e energia metabolizável (Tabela 4) houve diferença ( $P=0,03$ ) para a relação entre consumo de proteína bruta e ganho de peso, a qual sofreu influência das dietas, apresentando o menor valor para consumo de 700g de proteína bruta para cada quilo de ganho corporal para a dieta 1, tal qual, utilizou-se da menor quantidade de proteína consumida e exigida para cada quilo de ganho, sendo mais eficiente em 15,66% do que a dieta 5 que apresentou maior valor para esta variável (830g), sendo necessário levar em consideração as perdas médias totais de nitrogênio em torno de 24,30% e as exigências de manutenção que perfazem até 45% da exigência total para esta categoria

A exigência de proteína para manutenção é a quantidade de proteína necessária para repor as perdas de nitrogênio na urina, fezes, descamação da pele. Esta não coincide com a exigência de energia para manutenção, pois mesmo quando a retenção de energia é zero ainda ocorre balanço positivo de nitrogênio no animal (CSIRO, 2007).

O AFRC (1993) recomenda 95g de proteína metabolizável (PM)/200g de ganho para cordeiros de 20 kg e 100g (PM)/200g de ganho para animais de 30kg. As fontes de proteína que chegam ao intestino dos ruminantes são a proteína microbiana, a proteína dietética que não sofreu ação da microbiota ruminal e a proteína endógena. A proteína metabolizável é o “pool” de aminoácidos provenientes da digestão dessas fontes e absorvidos no intestino (ARC 1980).

A necessidade de proteína degradável no rúmen para efetiva atuação da flora microbiana, conforme recomendação no NRC (1985), está em torno de 13% da energia metabolizável total da dieta. No presente estudo, estima-se que a PDR média das dietas esteja em torno de 12%, o que otimiza o desenvolvimento da microbiota ruminal e eleva a eficiência da síntese da proteína microbiana.

**Tabela 4.** Eficiência produtiva do consumo de energia metabolizável (EM), proteína bruta (PB) e relação entre CEM/CPB de cordeiros alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
CPB/ganho(g/kg)	700c	770bc	910 <sup>a</sup>	790b	830ab	23,67	0,037	18,23
CEM/ganho(Kcal/kg)	12.11bc	13.62b	15.54 <sup>a</sup>	14.09ab	15.32ab	33,11	0,042	17,37
Relação entre EM/PB								
CEM/CPB(Kcal/g)	17,13b	17,68ab	17,07ab	17,83a	18,45a	0,049	0,022	17,18

Houve diferença ( $P=0,04$ ) sobre a relação entre consumo de energia metabolizável e ganho de peso corporal. O valor máximo observado de 15.54 Kcal de EM para cada unidade de quilo corporal ganho foi obtido pelos animais que consumiram a dieta 3. No entanto, o citado valor não se faz interessante, já que, quanto menos energia e proteína forem utilizadas para a manutenção e ganho, maior será a eficiência do uso dos nutrientes, como verificado neste quesito pela dieta 1, esta que proporcionou o ganho de um quilograma de peso corporal com 12.11 Kcal de EM, levando-se em consideração a energia necessária para manutenção que perfaz até 60% da exigência líquida total. Contudo, mais eficiente em 22,07% do que a dieta 3.

Por fim, no que diz respeito a razão entre consumo de EM e PB em relação ao ganho de peso, observou-se efeito significativo com o valor médio de 18,45 para a dieta 5. Em contrapartida, a melhor relação foi obtida pela dieta 3 com valor médio de 17,03, ou seja, para cada kg de proteína consumido, foram utilizados 15.54 Kcal de EM para

ganho de um quilograma corporal. O valor médio encontrado para esta dieta é 8,08% mais eficiente no uso da proteína e energia para ganho em peso, quando comparado aos resultados obtidos pela dieta 5.

Contudo, pode-se inferir que por mais que tenha se elevado o consumo de proteína e energia metabolizável pelos animais, os mesmos não foram capazes de otimizar a transformação de nutrientes da dieta em músculo e gordura corporal e, assim, não apresentaram diferenças significativas sobre a conversão alimentar, o consumo de matéria seca e o ganho em peso, provavelmente por fator genético, visto que os animais deste estudo eram sem padrão racial definido.

No NRC (1985) o crescimento microbiano é abordado sob três contextos: a eficiência microbiana, a massa microbiana e o fluxo microbiano. A síntese de proteína microbiana, sob o aspecto da eficiência microbiana, tem sido expressa de maneiras diferentes, segundo diferentes sistemas de alimentação e pode ser dada em função da quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) ou energia da dieta. Isso reflete a necessidade do ajuste entre energia e proteína no rúmen afim de maximizar o desempenho animal.

A célula microbiana contém em sua composição 62,5% de PB, 21% de carboidratos, 12% de lipídeos e 4,4% de cinzas segundo o modelo de Cornell Net Carbohydrate and Protein System-CNCPS (CNCPS). De acordo com o NRC (1996), a quantidade de Pmic produzida no rúmen é com base nos nutrientes digestíveis totais (NDT) da ração. Expressando com base no NDT, seria de 13% ou 130 g de proteína microbiana por kg de NDT da dieta, corroborando com a necessidade do sincronismo entre proteína e energia no rúmen.

Observa-se na (Tabela 5) que as dietas de silagens de ração a base de palma forrageira impuseram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) sobre todas as variáveis do comportamento ingestivo dos cordeiros confinados. O tempo despendido com alimentação decresceu variando ( $P = 0,004$ ) de 4,16 a 2,56 horas. Tal fato pode ser justificado pelos maiores teores (44,91%) de matéria seca, (2,55 Kcal) de EM e a diferença tanto na proporção (51,14 à 33,79%) quanto no tipo de fibra, visto que houve diminuição da fibra advinda de forragem (capim Buffel) com o incremento de fibra advinda do concentrado (farelo de trigo), fazendo com que os animais atingissem à saciedade necessitando de menor tempo em alimentação.

**Tabela 5.** Comportamento ingestivo de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

	Dietas					EP	P	CV %
	1	2	3	4	5			
Alimentando (h)	4,16a	3,70ab	3,66b	2,97bc	2,56c	0,127	0,004	23,39
Ruminando (h)	9,66a	8,60ab	7,33b	7,00bc	5,16c	1,203	0,001	17,41
Ócio (h)	9,79c	11,41bc	12,54bc	13,58ab	15,87a	1,402	0,001	14,92
EAMS (g MS/h)	230,28c	256,75c	292,62bc	352,52b	464,45a	14,49	0,008	17,62
EAFDN (g FDN/h)	117,76b	111,66b	126,64b	154,93a	156,93a	4,873	0,030	18,27
ERU (g MS/h)	99,79c	110,46c	146,11b	149,57b	230,42a	6,762	0,002	16,52
ERU (g FDN/h)	52,68b	54,59b	70,13ab	75,94ab	84,55a	3,487	0,001	19,91
TMT (h/dia)	13,83a	12,31ab	11,00b	9,97bc	7,72c	2,715	0,001	17,29
NBR (nº/dia)	746a	742ab	707b	631b	552c	18,95	0,013	22,94
MMnd (nº/dia)	50,721a	46,783ab	39,311bc	35,917bc	26,746c	7,375	0,001	21,99
MMnb (nº/bolo)	70,62a	63,25ab	64,12ab	50,37b	48,75b	2,857	0,001	18,85
MMtb (s/bolo)	48,34a	42,70ab	43,60ab	35,46b	34,14b	1,069	0,001	17,02
GMSbol (g MS/bolo)	1,33b	1,34b	1,84ab	1,51b	2,30a	0,045	0,003	23,02
GFDNbol (g FDN/bolo)	0,70c	0,64c	0,85b	0,67c	0,96a	0,089	0,065	22,00

EAMS= eficiência alimentar da matéria seca; EAFDN= eficiência alimentar do FDN; ERU= eficiência da ruminação; TMT= tempo de mastigação total; NBR= número de bolos ruminais; MMnd= número de mastigações meréricas por dia; MMnb= número de mastigações meréricas por bolo ruminal; MMtb= tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal; GMSbol= gramas de matéria seca por bolo ruminal; GFDNbol= gramas de FDN por bolo ruminal.

Hubner et al., (2008) testando níveis de FDN na dieta de ovinos (34, 43 e 52%) verificaram que o tempo despendido com a alimentação em ovinos é altamente correlacionado com os teores de fibra dietética, estes observaram que o tempo despendido com a alimentação aumentaram (3,4 à 4,2 h/dia) conforme se elevaram os percentuais de FDN das dietas. Com isso, o tempo médio despendido (4,16 à 2,97 h/dia) para alimentação neste estudo foi semelhante ao tempo relatado por este autor, visto que, os teores de FDN das dietas são decrescentes, variando de 51,14% a 33,79%. Há uma correlação diretamente proporcional com o aumento de fibra da dieta com o tempo de ingestão, bem como o tempo de ruminação.

Uma das possíveis explicações desse comportamento se deu ao conteúdo de fibra da dieta induzir a depressão da ingestão de alimento por limitação física do retículo-rúmex.

O tempo total gasto com a ruminação em horas/dia mostrou um decréscimo ( $P<0,001$ ) entre as dietas experimentais, que variou de 9,6 a 5,1 horas/dia (Tabela 5), conforme foram aumentados os percentuais de palma forrageira (55,3 à 68,1%), de farelo de trigo (0 à 11,8%) e a diminuição do percentual de capim Buffel (30,0 à 0%) na

dieta dos cordeiros (Tabela 2). A redução no tempo total de ruminação pode ser justificada pela redução do teor de FDN na composição das dietas, cujos valores variaram de 51,14% à 33,79% (Tabela 2). Segundo Van Soest (1994), o aumento no teor de FDN da dieta promove aumento no tempo de ruminação devido à maior necessidade de processamento da fibra. Assim o tempo de ruminação está altamente correlacionado ao consumo de FDN. Mertens (1997) e Dulphy et al., (1980) citam que ao animal receber dietas com teores mais altos de FDN, acabam necessitando de maior tempo para ruminação em razão da maior necessidade de processar a fibra da dieta e por apresentarem maiores estímulos às atividades mastigatórias.

Azevedo et al. (2012) obtiveram no tempo de ruminação 9,35 e 7,5 (h/dia), respectivamente para 30,0% e 0,0% de inclusão de torta de macaúba para ovinos confinados, situando-se na faixa dos resultados médios encontrados de 9,6 e 5,1 (h/dia) apresentados no presente estudo (Tabela 5).

O farelo de trigo utilizado nas dietas experimentais contém, em média 35 a 43% de fibra em detergente neutro e 70 a 80% de nutrientes digestíveis totais. Sua fibra apresenta pequeno efeito estimulante de ruminação, quando comparado com as forragens, devido ao seu reduzido tamanho de partícula (DHUYVETTER et al., 1995), evidenciando os resultados encontrados neste estudo, já que este alimento foi utilizado afim de adicionar fibra às dietas a medida em que se diminuiu os níveis de Capim buffel.

Houve diferença ( $P=0,001$ ) no que diz respeito ao tempo despendido com ócio. O tempo médio gasto está de acordo com Albright (1993), para o qual, o tempo médio gasto é de 10,50 horas, assemelhando-se ao tempo médio observado no presente trabalho que variou de 9,7 a 15,8 horas/dia, à medida que se eleva os teores de palma e farelo de trigo nas dietas (Tabela 2). Fato este, diretamente relacionado aos baixos teores de fibra em detergente neutro da palma forrageira e da baixa estimulação mastigatória conferida pelo farelo de trigo. Além disso, este período está altamente correlacionado com o tempo utilizado pelos animais para ruminação e alimentação, bem como pela saciedade dos animais.

A eficiência de alimentação em relação à MS (g MS/hora) e à FDN (g FDN/hora) apresentaram um acréscimo ( $P<0,05$ ), provavelmente por conta da diminuição dos percentuais de capim Buffel na dieta de 30,0 a 0,0% e o acréscimo de

palma forrageira que variou de 56,3 a 68,1% (Tabela 2). O capim Buffel é rico em fibra que poderia diminuir a eficiência da utilização dos nutrientes. Já a palma forrageira é pobre em fibra e possui alta digestibilidade. Sendo a eficiência máxima de 464,45 (g MS/hora) e 156,93 (g FDN/hora) pela dieta 5. No entanto, o aumento na eficiência de alimentação da matéria seca do do FDN não foram capazes de aumentar os desempenho apresentado pelos animais.

A eficiência de ruminação em (g MS/hora) e (g FDN/hora) apresentaram acréscimo ( $P<0,05$ ) com valores máximos observados de 230,42 g/hora e 84,55 g/hora para eficiência da matéria seca e fibra em detergente neutro, respectivamente, para a dieta 5 (Tabela 5). Corroborando com Bürger et al. (2000), sugerindo que a eficiência de ruminação aumenta linearmente à medida que se eleva a quantidade de alimentos concentrados nas dietas. Ratificado por Dulphy et al. (1980), ao elevar a inclusão de carboidratos não fibrosos na dieta aumenta-se a eficiência de ruminação.

As dietas exerceram influência ( $P=0,001$ ) sobre o tempo de mastigação total apresentando diminuição que variou de 13,8 a 7,7 horas/dia. Tais resultados reforçam que o tempo de mastigação total é altamente influenciado pela natureza física da dieta e, com isso constitui uma ferramenta de elevada importância para a o processo bioquímico de degradação ruminal dos alimentos, ao promover a redução do tamanho das partículas, aumentando a superfície de contato e colonização no conteúdo celular, e contudo estimula mecanorreceptores bucais que conferem a produção de saliva e o consequente equilíbrio ruminal, reduzindo o tempo de degradação da fibra, melhorando o aproveitamento dos alimentos.

O número de bolos ruminais (NBR) sofreu influência das dietas ( $P=0,013$ ), observando-se a diminuição (746 a 552 bolos/dia) à medida que se diminui o percentual de FDN nas dietas (Tabela 2), reforçando a ideia da função mastigatória incitada pela fibra. O maior número de bolos (746 bolos/dia) foi apresentado pelos animais que consumiram a dieta 1. Isso pode ter ocorrido devido a maior efetividade da fibra do capim Buffel, tornando sua taxa de passagem mais lenta e consequentemente aumentando o número de bolos ruminais para essa dieta.

O número de mastigações merícicas por dia (MMnd), número de mastigações merícicas por bolo ruminal (MMnb) e tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal (MMtb) apresentaram decréscimo ( $P<0,05$ ) à medida que se diminuiu a efetividade da

fibra nas dietas. Fato este, diretamente correlacionado com a diminuição linear verificada para o tempo despendido com ruminação, pois dietas com maiores concentrações de fibra aumentam o estímulo de ruminação (MACEDO et al., 2007). Segundo Mertens (1997), a atividade de mastigação é uma característica que reflete as propriedades químicas e físicas dos alimentos. De acordo com Dulphy et al. (1980), quando decrescem os constituintes da parede celular da dieta, aumentando o teor de amido, decresce o tempo de mastigação total, o que pode ser observado com a redução linear verificada nos dados obtidos neste estudo (Tabela 5).

Os valores para gramas de matéria seca por bolo ruminal (GMSbol) e gramas de fibra em detergente neutro por bolo ruminal (GFDNbol) apresentaram acréscimo ( $P < 0,05$ ) com 1,33 a 2,30 g/bolo e 0,64 a 0,96 g/bolo, respectivamente, à medida em que decresceu os percentuais de FDN da dieta.

As estimativas dos custos de produção, bem como o estudo da viabilidade econômica são fundamentais para as atividades em produção animal e a caracterização apropriada de um sistema de produção é o primeiro passo para o início da avaliação econômica.

**Tabela 6.** Custos de produção e desempenho bioeconômico de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

Item	Dietas				
	1	2	3	4	5
<b>Desempenho</b>					
Dias de confinamento	56	56	56	56	56
Peso vivo inicial (kg)	20,81	21,52	21,88	19,89	22,07
Peso vivo final (kg)	31,65	31,75	31,75	31,06	34,00
Ganho de peso total (kg)	10,84	10,23	9,86	11,16	11,91
CMS (kg/dia)	0,95	0,95	1,07	1,04	1,18
Ganho de peso médio diário (kg/animal)	0,183	0,168	0,164	0,186	0,198
Ganho de peso médio total (kg/animal)	10,84	10,23	10,86	11,16	11,91
<b>Custo Variável</b>					
Custo R\$/kg de MS	0,37	0,38	0,39	0,42	0,46
Custo com alimentação/animal/dia (R\$)	0,35	0,36	0,41	0,43	0,54
Custo total com alimentação/animal (R\$)	19,60	20,16	22,96	24,08	30,24
Custo total com água de bebida/animal (R\$)	0,97	0,80	0,80	0,79	0,91
Custo total com sanidade/animal (R\$)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Custo de mão-de-obra/animal/dia (R\$)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
<b>Custo Fixo</b>					
Custo Depr.+Oport.+Terra/animal/ano (R\$)	143,96	143,96	143,96	143,96	143,96
<b>Custo Total Efetivo</b>					
Custo Total/animal (R\$)	165,72	166,11	168,91	170,02	176,30

Como verificado na (Tabela 6), o menor valor apresentado para custo em R\$/kg de MS foi conferido pela dieta 1, onerando R\$ 0,37/kg de MS. Com isso, verificou-se o menor valor para custo com alimentação por animal ao dia de R\$ 0,35, bem como o menor custo total com alimentação de R\$ 19,60, representando 11,82% do custo total.

O menor valor apresentado para custo de alimentação apresentado neste estudo (R\$ 0,35/animal/dia) para ganhos de 183 g/animal/dia está de acordo com os resultados encontrados por Paim et al. (2011), ao confinar ovinos machos e fêmeas Santa Inês, Ile de France x Santa Inês e Texel x Santa Inês reportaram o valor de custo com alimentação de R\$ 0,33. Ramos et al. (2010) ao confinarem borregos Santa Inês, encontraram o valor de R\$ 0,47 por animal ao dia com ganhos de 188 g/animal/dia. Os valores apresentados reforçam o potencial em ganho em peso, bem como o baixo custo das silagens a base de palma, quando comparado às dietas convencionais.

O custo total com água de bebida pelos animais reportado foi de R\$ (0,97, 0,80, 0,80, 0,79 e 0,91) para as respectivas dietas (1, 2, 3, 4 e 5) de acordo com o consumo variável de água entre as dietas, não afetando de maneira incisiva os custos variáveis.

Os custos com sanidade e mão de obra (Custos Variáveis) e custos de oportunidade do capital investido, somado ao custo por depreciação dos bens em adição aos custos de oportunidade sob o uso da terra (Custos Fixos) foram os mesmos para todas as dietas, não interferindo nos indicadores de análise econômica. Com isso, o menor valor apresentado para custo total/animal (custo total efetivo) foi de R\$ 165,72 para a dieta 1.

Corroborando os dados anteriormente apresentados, o menor custo para ganho corporal (Tabela 6) é apresentado pela dieta 1 de R\$ 1,91/kg de ganho corporal, ou seja, a dieta que menos onerou a atividade de confinamento para cada quilo de ganho dos animais. Resultados similares foram encontrados por Barros et al. (2009), ao estudarem a viabilidade econômica de cordeiros em confinamento reportaram valor médio de R\$ 2,19/kg de ganho corporal ao dia. Já Ramos et al. (2010) apresentaram o valor de R\$ 2,48/kg de ganho para cordeiros Santa Inês alimentados com dieta convencional.

A renda líquida operacional (RLO) é o produto do ganho de peso total no confinamento, dias de confinamento e o preço da carne em subtração aos impostos e encargos sociais. Com isso, verifica-se o maior valor (R\$ 223,19) para este parâmetro da dieta 5. Tal fato explica-se ao maior ganho de peso apresentado pelos animais que



consumiram esta dieta, já que, o ganho é diretamente proporcional à receita líquida, conforme a equação citada. Com isso, pode-se inferir que há viabilidade econômica, já que a receita bruta cobre os custos totais de produção (R\$ 176,30) (Tabela 7). A dieta 5 apresentou o maior valor para renda líquida operacional, com isso apresenta uma margem de lucro de R\$ 46,89.

**Tabela 7.** Indicadores da análise econômica de cordeiros confinados alimentados com silagens de rações a base de palma forrageira e capim Buffel

Item	Dietas				
	1	2	3	4	5
R\$/kg de ganho corporal	1,91	2,14	2,50	2,31	2,32
Renda Líquida Operacional (R\$)	216,72	214,83	213,10	216,89	223,19
Relação Benefício/Custo (R\$/animal)	10,08	10,04	8,71	8,14	7,08
Ponto de Nivelamento (kg)	9,11	9,19	10,26	10,33	10,71
Taxa de Retorno Operacional (%)	2,67	2,62	2,66	2,59	2,52
Lucratividade Operacional (%)	30,70	29,50	28,20	27,60	30,60

Receita Líquida Operacional = Renda Bruta – Custo operacional; Relação Benefício/Custo = Receita líquida operacional/ Custo operacional; Ponto de nivelamento = Custo fixo total (R\$/ano) / (Preço por kg de carne – Custos variáveis); Taxa de Retorno Operacional = Total ativo/Renda líquida operacional; Lucratividade = Renda Líquida Operacional/Ativo\*100

Em suma, se tem a máxima razão do valor presente dos benefícios pelo valor presente dos custos. Portanto, o índice de Benefício/Custo (B/C) é a relação de quanto se espera ganhar para cada unidade de capital investido. Este índice é uma razão simples entre o fluxo esperado de benefícios e o fluxo esperado de investimentos necessários. À esse respeito, a melhor relação apresentada de 10,08 (R\$/animal) foi apresentada para a dieta 1, significando que para cada R\$ 1,00 imobilizado no investimento ao utilizar esta dieta para o confinamento de cordeiros, espera-se retirar R\$ 9,08 adicionais ao término do período de investimento.

Quando a produção é menor que a indicada pelo ponto de nivelamento, a empresa rural opera com prejuízo, porque o custo total é maior que a receita total. Todavia, quando a produção é maior que a indicada no ponto de nivelamento, a empresa opera com lucro, porque o custo total é menor que a receita total. Com isso, observa-se o menor valor (9,11kg) para ponto de equilíbrio com uso da dieta 1. Isso reflete viabilidade da atividade, porque o ganho de peso total pelos animais alimentados com essa dieta foi de 10,84 kg/animal, valor superior ao ponto de equilíbrio.

A taxa de retorno operacional, também chamada de taxa de retorno, taxa de lucro ou simplesmente retorno é a relação entre a quantidade de dinheiro ganho (ou perdido) como resultado de um investimento e a quantidade de dinheiro investido. Ou

seja, refere-se a razão entre o lucro e o ativo. Visto isso, observa-se na (Tabela 7) o maior valor apresentado pela dieta 1 (2,67%) variando até 2,59% para a dieta 4, apresentando estreita relação entre as dietas. Além disso, todos os resultados apresentados neste quesito são positivos, demonstrando que houve lucro, levando em consideração este parâmetro.

A lucratividade indica a proporção da renda bruta que se constitui em lucro, após a cobertura dos custos, proporcionando maior valor (30,70%) para a dieta 1.

## CONCLUSÃO

A eficiência de ruminação apresenta relação positiva com o consumo dos componentes nutricionais interferindo de forma positiva nos resultados produtivos de ganho de peso dos ovinos alimentados com dietas contendo silagens a base de palma forrageira.

As eficiências de alimentação e ruminação apresentam relação positiva com os nutrientes digestíveis totais, no entanto, as variáveis comportamentais ingestivas não influenciaram no desempenho dos animais.

Apesar das diferentes proporções de palma forrageira e capim Buffel das dietas não interferirem no desempenho animal, os melhores resultados econômicos puderam ser expressados para a dieta 1.

## REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 159p, 1993.

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 19.ed. Washington, D.C. p.1219, 2000.

ARAÚJO, G.G.L., HOLANDA JR., E.V., OLIVEIRA, M.C. Alternativas atuais e potenciais de alimentação de caprinos e ovinos nos períodos secos no semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2. 2003, João Pessoa. Anais. João Pessoa: EMEPA, v.1, p.553-564, 2003.

ARAÚJO, R.F.S.S. Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*atriplex nummularia* l) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*opuntia fícus-indica* mill). Recife, PE:UFRPE. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.

ARABA, A., ELAICH, A., SARTI, B. Effect of graded levels of prickly pear pads on sheep performance. VII International Congress on Cactus and Pear and Cochineal, Organized by the Moroccan Association for the Development of Cactus (AMADEC) and FAO-Cactusnet 17-22 October, Agadir (Morocco), 2010.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrienre requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.

AZEVEDO, R.A., RUFINO, L.M.A., SANTOS, A.C.R., SILVA, L.P., BONFÁ, H.C., DUARTE, E.R., GERASEEV, L.C. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesq. Agropec. Bras.** Vol.47, no.11, 2012.

BARROS, C.S., MONTEIRO, A.L.G., POLI, C.H.E.C., DITTRICH, J.R., CANZIANI, J.F.R., FERNANDES, M.A.M. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2270-2279, 2009.

BENDAOU, M. Use of cactus feeding as new technology in sheep fattening. VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal & 20th Cactusnet anniversary. October 28-31, 2013 Palermo, ITALY, 2013.

BISPO, S.V., FERREIRA, M. A., VÉRAS, A.S.C., BATISTA, Â.M.V., PESSOA, R.A.S., BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36(6), 1902-1909, 2007.

BISPO, S.V., FERREIRA, M.A., VERAS, A.S.C., MODESTO, E.C., GUIMARÃES, A.V., PESSOA, R.A.S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.9, p. 2024-2031, 2010.

BÜRGER, P.J., PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C., SILVA, J.F.C., VALDARES FILHO, S.C., CECON, P.R., CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-322, 2000.

CARVALHO, C.C., FERREIRA, M.A., CAVALCANTI, C.V.A., VÉRAS, A.S.C., SILVA, F.M., AZEVEDO, M. Efeito da substituição do feno de capim Tifton (*Cynodonsp*) por palma forrageira (*Opuntia Ficus indica*Mill) sobre o comportamento ingestivo de vacas em Holandesas em lactação. **Acta Scientiarum**, v.27, n.4, p.505-512, 2005.

CARVALHO, G.G.P., PIRES, A.J.V., SILVA, F.F., VELOSO, C.M., SILVA, R.R., SILVA, H.G.O., BONOMO, P., MENDONÇA, S.S. Comportamento ingestivo de

cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.

CIMATE-DATA. Clima de Petrolina. Disponível em: <http://pt.climatedata.org/location/31938/>. Acesso em 23 set 2016.

CIRNE, L.G.A., SOBRINHO, A.G.S., SANTANA, V.T., SILVA, F.U., LIMA, N.L.L., OLIVEIRA, E.A., CARVALHO, G.G.P., ZEOLA, N.M.B.L., TAKAHASHI, R. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1051-1060, 2014.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, Australia. 270p, 2007.

CRUZ, S.S., MORAIS, A.B.F., RIBEIRO, S.B.; OLIVEIRA, M.G., COSTA, M.S., FEITOSA, C.T.L. Resíduos de frutas na alimentação de ruminantes. **Revista eletrônica Nutritime**, v. 10, n.06, p. 2909 – 2931, 2013.

DESWYSEN, A. G., DUTILLEUL, P., GODFRIN, J. P., ELLIS, W. C. Nyterohemeral eating and ruminanting patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, 71:2739, 1993.

DHUYVETTER, J., HOPPE, K., ANDERSON, V. Wheat middlings – A useful feed for cattle. Dakota: North Dakota State University, 1175p, 1999.

DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.) Digestive physiology and metabolism in ruminants. Lancaster: MTP, p.103-122, 1980.

FELIX, S.C.R., PESSOA, R.A.S., FERREIRA, M.A., SOARES, L.F.P., SILVA, J.J.S., ABREU, K.S.F., MELO, A.C.C. Intake, performance, and carcass characteristics of

lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.2, p.465-468, 2016.

FERNANDES, A.L.T., SANTINATO, R., FERNANDES, D.R. Irrigação na cultura do café. 2 ed. Uberaba: O Lutador. 476p. 2008.

FRIZZONE, J.A., ANDRADE JÚNIOR, A.S. Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento. Brasília: EMBRAPA. 626p. 2005.

GUSHA, J., NGONGONI, N.T., HALIMANI, T.E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. Online **Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

HALL, M.B., HOOVER, W.H., JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.

HUBNER, C.H., PIRES, GALVANI, D. B., CARVALHO, S., JOCHIMS, F., WOMMER, T.P., GASPERIN, B.G. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Animal**, v.38, n.4, p.1078-1084, 2008.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal – 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática–SIDRA, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2015/default.shtm>>. acesso em 17 mar. 2017.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MACEDO, C.A.B., MIZUBUTI, I.Y., MOREIRA, F.B., PEREIRA, E.S., RIBEIRO, E.L.A., ROCHA, M.A., RAMOS, B.M.O., MORI, R.M., PINTO, A.P., ALVES, T.C., CASIMIRO, T.R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, p.1910-1916, 2007.

MACIEL, M. V. Utilização de feno ou silagem de maniçoba em substituição ao feno de tifton 85 na alimentação de ovinos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 67p. 2012.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON. S. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 340p, 1991.

MATTOS, C. W. Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) e feno de erva sal (*Atriplex numulária* L) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento. Tese (Doutorado em Zootecnia), UFRPE. 101p, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2009.

MCITEKA, H. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus-indica* var. *Fusicaulis* cladode silage, DMc. *University of the Free State*, Bloemfontein, 2008.

MERTENS D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feed with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** 85, p.1217-1240, 2002.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.



MOKOBOKI, K., SEBOLA, N., MATLABE, G. Effects of molasses levels and growing

conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia cladodes* silage.

**Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28, n. 3, p. 4488-4495, 2016.

MORAIS, J.B., PIRES, I.S.A.V., MENDES, JÚNIOR, R.C.O. Substituição do feno de “Coastcross” (*Cynodon* sp.) por casca de soja na alimentação de borregas confinadas.

**Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1073-1078, jul-ago, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, D.C.384 p, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle - NRC. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of sheep. New York: National Academy Press, 99p, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 6.ed. Washington, DC, 1984. 90 p.

NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia* spp. A strategic fooder and efficient tool to compact desertification in Wana region. In: Mondragón-Jacobo, C., Pérez-González, S. (Eds.). *Cactus (Opuntia spp) as forage*, Rome: FAO. p. 73- 89. (**Plant Production and Protection Paper**, 169), 2001.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M. O. (Coord). *Gestão agroindustrial*. São Paulo: Atlas, p. 223-224, 2007.

NORTON, B.W. Difference between species in forage quality. J. B. Hacker (ed). 89-110, 1982.

PAIM, T.P., CARDOSO, M.T., BORGES, B.O., GOMES, F., LOUVADINI, H., MCMANUS, C. estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados

abatidos em diferentes pesos. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 48-57, jan./mar. 2011.

PEREIRA, O.G., ROCHA, K.D., FERREIRA, C.L.L.F. Chemical composition, characterization and quantification of the population of microorganisms in elephant grass cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) and silages. **Brazilian Journal of Animal Science**. V. 36, n. 6, pp. 1742–1750, 2007.

POLLI, V. A., RESTLE, J., SENNA, D. B., ROSA, C. E., AGUIRRE, L. F., SILVA, J. H. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.

RAMOS, J.P.F., BRITO, E.A., SOUSA, W.H., LEITE, M.L.L.M.V. Desempenho e estimativa do custo da produção de caprinos e ovinos terminados em confinamento. **Agropecuária Técnica** – v. 31, n. 2, p 102–108, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

SNIFFEN, C.J, O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SUAREZ, A.L.R. Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia spp.*) adicionado com Melaza y urea. 61p. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México, 2012.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FEED MANUFACTURES, 61, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1993.